Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin
der Universität Bonn.
Direktor: Prof. Dr. Pietrusky.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Wirkung elektrischer Ströme auf Knochen und Gelenke.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Bonn.

Vorgelegt

am 25. November 1937

von

Heribert Broicher

aus Bochum i. W.

Bonn 1938 / Buchdruckerei H. Trapp, Stiftsgasse 11.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn.

Referent: Prof. Dr. Pietrusky.

Korreferent: Prof. Dr. Selter.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

In dem gleichen Maße, wie die Elektrizität im Laufe der letzten drei Jahrzehnte von immer weiteren Gebieten der Technik Besitz ergriff, ist naturgemäß auch der elektrische Unfall, die elektrische Verletzung stets häufiger und in immer mannigfacherer Art in Erscheinung getreten. Mit dieser Entwicklung vergrößerte sich von Jahr zu Jahr der Kreis namhafter Autoren, die sich um die Erkenntnis des Wesens der elektrischen Einwirkung auf den menschlichen Organismus als Ganzes sowohl, wie auch in seinen einzelnen Teilen, mühten. Eine große Zahl von Beobachtungen, experimentellen Arbeiten und theoretischen Erörterungen sind in der Fachliteratur niedergelegt. Besonderes Interesse beanspruchte beispielsweise von Anfang an die Frage nach der Ursache des elektrischen Stromtodes, die auf ganz verschiedene Weise beantwortet wurde. Veränderungen im Zentralnervensystem, Atemlähmung, Herzschädigung (Jellinek, Kratter), Herzkammerflimmern (Prévost, Batelli, Boruttau), mechanisch bedingte Verletzung des Zentralnervensystems, thymische Konstitution (Schridde), Änderungen im Innervationszustand der Gefäße (Panse, Pietrusky) und andere Ursachen werden für den elektrischen Tod verantwortlich gemacht. Im Vergleich zu den in der Literatur niedergelegten zahlreichen umfassenden Bearbeitungen des vorhandenen Materials sind die Angaben und Beobachtungen über die Wirkung des elektrischen Stromes auf Knochen und Gelenke vielfach verstreut und noch wenig zusammenfassend ausgewertet worden. Es soll nun im folgenden der Versuch gemacht werden, unsere heutigen Kenntnisse über die Wirkung elektrischer Ströme auf Knochen und Gelenke darzulegen.

Auf Grund der bisherigen elektropathologischen Erfahrungen können wir drei verschiedene Wege unterscheiden, auf denen die Verletzungen durch Elektrizität zustandekommen, erstens die Schädigungen, die der Strom als solcher bei seinem Eintritt und seinem Durchtritt durch das Gewebe hervorruft (rein oder spezifisch elektrische Wirkung), zweitens die Veränderungen, die infolge der im

Gewebe selbst durch den Strom erzeugten Wärmewirkung entstehen (Joule'sche Wärme), und schließlich die Verbrennungen, die der elektrische Lichtbogen, der Wärmegrade von 2500—3000° erreicht, verursacht.

Im Vordergrunde der uns interessierenden Beobachtungen stehen der Zahl nach die meist groben Veränderungen am Knochen, die durch hochgespannte Ströme verursacht werden. Besondere Aufmerksamkeit verdienen andererseits die Mitteilungen über Knochenverletzungen durch Ströme mittlerer Spannung, da man hier naturgemäß eher erwarten kann, Veränderungen zu erkennen, die als spezifisch elektrische anzusprechen sind. Hierauf wird später noch einzugehen sein. — Bei Durchsicht der Literatur tritt als besondere Gruppe

die elektrische Verletzung
des Schädelknochens

in Erscheinung. In den folgenden Fällen sollen zunächst verschiedene Typen dieser Verletzung aufgezeigt werden, die sich durch den Grad der Veränderungen am Schädelknochen und durch die Art der durch den Strom hervorgerufenen Erscheinungen unterscheiden lassen.

Natorp sah einen Fall, bei dem ein 28jähriger Monteur mit dem linken Oberschenkel, beiden Händen und dem Kopf an 3000 Volt Drehstrom kam. Offenbar kurzdauernde Berührung. Mehrstündige Bewußtlosigkeit. Motorische Unruhe. Am linken Bein, an beiden Händen starke Verbrennungen, ebenso am Kopf, von der vorderen Haargrenze aufwärts handtellergroß, krustig und schwarz. Siebzehn Tage später ist der Schädelknochen im verbrannten Bezirk von Periost entblößt. Sieben Monate nach dem Unfall hat sich der Schädelknochen überhäutet. Keine Abstoßung des Knochens.

Es handelt sich also hier um eine offenbar schwere Verletzung, bei der es nicht zu einer Nekrose des Knochens gekommen ist. Auch Panse weist darauf hin, daß dem Aspekt nach nekrotischer Knochen reaktionslos einheilen kann. — Interessant ist in diesem Falle außerdem der Befund eines deutlichen Druckschmerzes in der Gegend der spina iliaca anterior superior, worauf später noch eingegangen werden soll.

Eine ähnliche Beobachtung teilt Panse mit, wo es bei einer Schädelverletzung mit 5000 Volt Drehstrom (kurzdauernde Berührung, mehrstündige Bewußtlosigkeit mit Erregungszustand) zu einer Verbrennung dritten Grades an der rechten Schläfe mit Abstoßung der Weichteile kommt. Auch hier bleibt der Knochen erhalten. Bereits nach 14 Tagen Wiederaufnahme der Arbeit.

Auch Schumacher berichtet von einer schweren Schädelverletzung durch 25 000 Volt (kurzdauernde Berührung), die trotz einer bis auf den Knochen gehenden Verbrennung des Hinterhauptes ohne Abstoßung des Knochens verheilt.

Ein typisches Beispiel für die nächste Gruppe der Schädelverletzungen ist der folgende Fall, den Panse berichtet hat, und bei dem ein 30jähriger Arbeiter mit dem Kopf an eine Hochspannungsleitung von 6000 Volt Drehstrom kommt, mit den Füßen auf einer Eisenplatte stehend. Zweistündige Bewußtlosigkeit. Große Brandwunden dritten Grades im Genick und an beiden Fußsohlen. Das Hinterhauptsbein wird in Fünfmarkstückgröße nekrotisch. Ein Jahr nach dem Unfall stößt sich der Knochensequester ab, jedoch nur tabula externa.

Auffallend ist also bei diesem Fall die auf die tabula externa beschränkte Sequestrierung eines Teiles des Hinterhauptsbeines. Bemerkenswert ist ferner die sehr langsame Abstoßung des Knochens. — Verletzungen dieses Typs sind verhältnismäßig häufig und werden auch von einer Reihe anderer Autoren beschrieben.

Für die folgende Gruppe charakteristisch ist ein Fall von der Hütten's. Es handelt sich um eine Schädelverbrennung nach Berührung mit 20 000 Volt. Bewußtlos aufgefunden. Erst neun Tage später wieder bei vollem Bewußtsein. Über dem linken Scheitelbein Verbrennung in Handtellergröße. Die tabula externa des linken Scheitelbeines stößt sich in größerem Umfange ab, die tabula interna nur in Pfennigstückgröße; diese Stelle zeigt Pulsation. — Es ist hier also zu einem totalen Knochendefekt gekommen. Daß sich dabei die tabula interna in geringerem Umfange als die tabula externa abgestoßen hat, ist eine Beobachtung, die in einer Reihe von Fällen auch von anderen Autoren gemacht wurde. — Zur gleichen Gruppe gehört ein Fall von Panse, bei dem ein 32jähriger Mann mit dem

Kopf an eine Hochspannungsleitung von 5000 Volt Drehstrom kommt. Kurzdauernd bewußtlos. Etwa handtellergroße, abgestorben aussehende Verbrennung auf der Schädelmitte. Verbrennungen dritten Grades in beiden Hohlhänden. Sequestierung des Schädelknochens einschließlich der tabula interna in etwa Fünfmarkstückgröße. Die Dura liegt frei; hier deutliche Pulsation. Im Laufe von fünf Monaten Heilung der Wunde. Bereits zwei Jahre nach dem Unfall hat sich der Knochendefekt auf Markstückgröße verkleinert. — Es handelt sich also auch hier um einen totalen Knochendefekt. Auffallend ist die schnelle Neubildung des Knochens, die den Defekt im Laufe von zwei Jahren wesentlich verkleinert hat.

Eine besondere Form von Knochenveränderungen durch Einwirkung hochgespannter Ströme berichtet R e u t e r. Lichtbogenverletzung (5000 Volt) der rechten Kopfseite. Dauer der Einwirkung offenbar kurz. Gute Erdleitung durch Berührung des linken Armes und rechten Fußes mit geerdeten Eisenteilen. Wenige Augenblicke nach dem Unfall tot aufgefunden. Defekt der Weichteile in der rechten Schläfe — Scheitelgegend. In dessen Bereich ein unregelmäßiges dreieckiges handtellergroßes Loch im Schädelknochen. Die teilweise freiliegende tabula externa fühlt sich rauh an. Zwischen Haut und tabula externa finden sich kleine weißliche blasenartige Gebilde, die mit den am Boden der Unfallstelle gefundenen perlenartigen Gebilden übereinstimmen. Die chemische Untersuchung ergibt, daß es sich um Gebilde handelt, die offenbar durch Vergasung des phosphorsauren Knochenkalkes entstanden sind. — Reuter teilt einen zweiten ähnlichen Fall mit, wo eine Frau ebenfalls durch eine Lichtbogenverletzung des Schädels (5000 Volt) momentan tödlich verunglückt. Weichteildefekt in der linken Schläfe — Scheitelgegend. Der frei liegende Knochen zeigt einen Substanzverlust von 4 cm Durchmesser. Der Knochen ist teils verkohlt, teils von gelblichgrauer bis gelblich-brauner Farbe, teils ist er kalziniert. Endlich zeigt er an verschiedenen Stellen porzellanartige blasige Gebilde. Die Zellen der Spongiosa setzen sich teilweise in die Hohlräume der Blasen fort. — Reuter und Pregl nehmen an, daß durch besonders rasche Verdampfung (bei Temperaturen von 2500—3000°) der in der Spongiosa enthaltenen Flüssigkeit (Blut) die geschmolzenen Kno-

chenteile ausgedehnt, bzw. gesprengt worden sind, wodurch die erwähnten blasenartigen Gebilde entstanden seien. — Auch Jellinek und Schridde beobachteten Kalkperlenbildung nach Lichtbogenverletzungen. Pietrusky und Schridde sahen außerdem an den Rändern der verkohlten Kopfhaut bröcklige harte reinweiße Massen, die ebenfalls aus phosphorsaurem Kalk bestanden.

Eine eigenartige Form der Knochenverletzung nach Stromeinwirkung berichtet Gubler. Berührung mit Hochspannungsstrom an der Kuppenhöhe des Schädels. Kurzdauernde Einwirkung. Sturz aus mittlerer Höhe. Sofortiger Todeseintritt. Auf der Kuppenhöhe des Schädels ein 4 zu 2 cm großer bis auf den Knochen reichender Weichteildefekt. Der sichtbare Knochen ist weiß, trüb, trocken, matt, mit einer gelblich verfärbten zackigen Rißlinie, die der Pfeilnaht entspricht. Die braune Verfärbung des Knochendefektes ist innen deutlicher. Die Scheitelbeininnenfläche erscheint in einer Ausdehnung von 4 zu 1 cm grauweiß und trübe. Darin mehrere kleinere teils runde, teils unregelmäßig begrenzte Herdchen von trüb graugelblicher bis brauner Farbe sichtbar. — Gubler nimmt an, daß das Bersten der Pfeilnaht „wohl als eine Art Sprengwirkung durch den elektrischen Strom" aufgefaßt werden kann, da der Hergang des Unfalls einen Sturz auf die Kuppenhöhe des Schädels unwahrscheinlich mache und man bei Fall auf den Schädel aus mittlerer Höhe einen anderen Verlauf der Bruchstellen nach Art der typischen Frakturlinien bei Einwirkung der Gewalt von außen erwarten müsse. Für die eigentliche Sprengung des Schädeldaches durch elektrische Wirkung auf den Schädelinhalt spreche auch die Rötung der Dura unter der Knochennekrose und das Vorhandensein eines Verbrennungshaematoms. — Ob diese Deutung des vorliegenden Falles durch d. Verf. zu Recht besteht, kann nach den heutigen elektropathologischen Erfahrungen weder im positiven noch im negativen Sinne sicher entschieden werden. Allerdings sind uns gleichartige Beobachtungen in der Literatur nicht begegnet.

Im Gegensatz zu den bisher mitgeteilten Verletzungen durch hochgespannte Ströme ist der folgende Fall von Ranzi, Mayr und Oberhammer deshalb besonders bemerkenswert, weil hier schon bei einer Stromspannung von 220 Volt (Wechselstrom, $16^2/_3$

Perioden) sich Veränderungen am Schädelknochen zeigen, die an Schwere den typischen Hochspannungsverbrennungen gleichkommen. Ähnliche Beobachtungen sind außerordentlich selten. — Schlosser kommt mit dem Schädel zwischen zwei stromführende Eisenteile. Inniger und langdauernder Kontakt. Tiefe Bewußtlosigkeit; erst sieben Stunden nach dem Unfall wieder bei vollem Bewußtsein. Tiefgehende kleinere Verbrennungen an der rechten Schläfe. Handtellergroße tiefe Verbrennung in der linken Scheitelgegend. Strommarke am linken Unterarm. Im Bereich des Weichteildefektes der linken Scheitelgegend setzt Knochennekrose ein. Die Demarkation des geschädigten Knochens scheint ungestört langsam vor sich zu gehen. — Über vier Wochen nach dem Unfall plötzlich epileptischer Anfall. Es entwickelt sich tief in die Gehirnsubstanz eingreifender Abszeß im linken Scheitellappen, woran der Mann trotz mehrerer Eingriffe stirbt. — Die Verfasser weisen besonders darauf hin, daß der Hirnabszeß so tief in die Gehirnsubstanz hineinreichte, wie man es sonst bei Osteomyelitis cranii nicht finde. Sie sprechen die Vermutung aus, daß primär eine Gefäßlähmung, Nekrose oder Blutung im epi- und subduralen Raum und der Dura dagewesen sei, und daß sich auf diesem Boden erst sekundär der Abszeß habe entwickeln können. Nach Jaeger, Stadtmann, Ranzi und Panse begünstigt die Knochennekrose überhaupt das Tiefergreifen des die Nekrose begleitenden Bakterienwachstums.

Die hier gegebene Übersicht der Veränderungen am Schädelknochen durch elektrischen Strom läßt bei Einwirkung ähnlicher Stromspannungen und Stromstärken doch dem Grade und der Art nach ganz verschiedene Wirkungen erkennen. Teils kommt es lediglich zu einer oberflächlichen vorübergehenden Schädigung des Knochens ohne Abstoßung desselben, teils zu einer Nekrose des Knochens, die auf die tabula externa beschränkt bleibt, schließlich zu einem totalen Knochendefekt, wobei die tabula interna meist in kleinerem Umfange nekrotisch wird als die tabula externa. Als besondere Formen der elektrischen Verletzung sehen wir Sprengung einer Knochennaht und durch Einwirkung des elektrischen Lichtbogens eine eigenartige Kalkperlenbildung. Der Fall von Ranzi, Mayr und Oberhammer nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als hier bei ver-

hältnismäßig niedriger Spannung offenbar große Stromstärken zur Einwirkung kamen, die die genannten schweren Veränderungen am Knochen verursacht haben. — Zum großen Teil lassen sich diese Beobachtungen zweifellos durch das unterschiedliche Zusammentreffen der verschiedenen Wirkungsweisen des Stromes (spezifische Wirkung, Joule'sche Wärme, Lichtbogen) erklären. Eine wichtige Rolle spielen dabei erfahrungsgemäß die Unfallbedingungen, wie Dauer der Stromeinwirkung, Innigkeit des Kontaktes, Erdleitung, Stromweg und andere mehr.

Bei den Beobachtungen über

die Wirkung elektrischer Ströme auf die Knochen und Gelenke der Extremitäten

ist wiederum die Hochspannungsverletzung hinsichtlich Ausdehnung und Schwere der Zerstörungen besonders eindrucksvoll. Daß die oberen Extremitäten bevorzugt betroffen werden, liegt in der Natur der Sache. — So beschreiben Balkhausen und Grueter einen Fall, bei dem ein Arbeiter in einer feuchten Stromzelle einen spannungführenden Draht mit der linken Hand ergreift (25 000 Volt), indem er gleichzeitig mit der linken Schulter an der feuchten Wand lehnt. Also direkte Berührung von unbekannter Dauer. Der Mann wird bewußtlos gefunden. Auf Wiederbelebungsversuche kehrt das Bewußtsein zurück. Linker Arm schwarzblau bis zur Schulter. Fehlen der Endglieder der linken Hand und Fehlen von je zwei Zehen an jedem Fuß; Stümpfe trocken, graubraun. Bis handtellergroße Nekrosen an den Knien und Unterschenkeln. Rasch einsetzende Gangrän des linken Armes zwingt zur Exartikulation. Patient wird geheilt. — Dieser Fall zeigt also vollständige Verkohlung einzelner Glieder einschließlich ihrer knöchernen Bestandteile durch Einwirkung von Hochspannungsstrom. Außerdem sehen wir Gangrän einer ganzen Extremität, die auffallend rasch zur Entwicklung kommt. Es kann angenommen werden, daß die beschriebenen Veränderungen — auch an den unteren Extremitäten — vorwiegend durch Entwicklung Joule'scher Wärme (direkte Berührung) verursacht worden sind. Nicht auszuschließen ist eine spezifisch elektrische Schädigung der Gefäße.

Auch der folgende Fall, den Nippe beschreibt, zeigt außerordentlich grobe Veränderungen an den Extremitätenknochen: L. N. arbeitet bei nassem Wetter mit Steigeisen auf dem Mast einer Starkstromleitung. Er gerät mit der linken Hand an die spannungführende Leitung. (Spannung unbekannt; nur angegeben: Starkstrom.) Dauer der Berührung zehn Minuten. Bei Kontakt mit dem Strom sofort bewußtlos (Dauer?). Befund: Fehlen der linken Hand. Beide Unterarmknochen liegen an ihren Enden frei und erscheinen weißlich und trocken. Die Haut des Unterarmes hart und vertrocknet. Die Verbrennungsgrenze liegt in der Gegend des unteren Deltoideusrandes. Rechter Stiefel im Bereich des an ihm befestigten Steigeisens verbrannt. Dieser Verbrennung entsprechend Verkohlungen am Fuß. Rechter Oberschenkel bis zur Mitte herab geschwollen und hart. Hautfärbung unverändert, verstärkte Venenzeichnung. Von der Mitte des Oberschenkels nach abwärts ist das ganze Bein kalt und gefühllos und hat das Aussehen, als sei es: „gekocht worden und danach stark eingetrocknet." Die Epidermis hängt fetzig herunter. Infolge feuchter Gangrän müssen Arm und Bein abgesetzt werden. Patient erholt sich nach Überstehen einiger Nachblutungen gut. — Es handelt sich offenbar auch hier um hohe Hitzeeinwirkung, die innerhalb von zehn Minuten zur vollständigen Zerstörung der linken Hand geführt hat mit Freilegung der Unterarmknochen an ihren Enden. Die Verkohlungen am Fuß sind zweifellos zum Teil durch den brennenden Stiefel hervorgerufen worden. Die Schädigung des ganzen rechten Beines jedoch kann nur durch elektrische Wirkung erklärt werden (Joule'sche Wärme?). Spezifisch elektrische Gefäßschädigungen scheinen auch hier eine Rolle zu spielen, wovon natürlich auch die den Knochen ernährenden Gefäße betroffen sein würden.

Nippe teilt einen zweiten Fall mit (Selbstmord), bei dem es durch minutenlange Einwirkung eines Hochspannungsstromes von 25 000 Volt zur Freilegung und teilweisen Einschmelzung der linken Skapula kam. — Verfasser nimmt an, daß es neben dem unmittelbaren Übergang des Stromes auf den Körper auch zu Lichtbogenentwicklung gekommen ist, da sich an den Kleidern lochartige Durchbohrungen mit Brandsaum fanden. —

Eine seltene Beobachtung mit Stromeintritt am rechten Fuß und Stromaustritt am linken Fuß machte P i r c a r d. Monteur tritt mit dem rechten Fuß auf den Hauptleiter einer Hochspannungsleitung. Berührung nur kurz, da die Sicherungen momentan durchschmelzen. Kein unmittelbarer Kontakt zwischen Stromleiter und Körperoberfläche, jedoch mittelbare Überleitung des Stromes durch den Schuh zum Fuß des Mannes. Angeblich keine Funkenentladung. Sofort bewußtlos. Wiederbelebungsversuche bald erfolgreich. Es wird über heftige Schmerzen in beiden Beinen geklagt. Beide Unterschenkel kalt, blaß, pulslos, gegen Berührung unempfindlich, willkürlich nicht zu bewegen. Nach 14 Tagen beginnt Abstoßung an der Haut. Wegen spontaner unstillbarer Blutungen Absetzung der Unterschenkel. Am rechten Bein fistelt die Wunde. Die Röntgenaufnahme ergibt Sequester am Wadenbein und Knochenschwund bis an die Grenze zwischen unterem und mittlerem Drittel des rechten femur. Operative Entfernung des Sequesters. Drei Wochen später starke Anschwellung des rechten Knies; hohes Fieber. Der Oberschenkel wird im unteren Drittel abgesetzt. Nach fünf Monaten Heilung. — Gegenüber den früheren Fällen handelt es sich hier um eine mittelbare kurzdauernde Berührung. Neben Schädigungen der Weichteile kam es zu weitgehenden Knochennekrosen an beiden Beinen. Eindrucksvoll treten die weit zentralwärts reichenden Gefäßschädigungen (Vasomotorenschädigungen?) in Erscheinung, auf die J e l l i n e k, P i e t r u s k y und P a n s e wiederholt hingewiesen haben.

Einen Fall von Kalkperlenbildung an den Extremitätenknochen hat N e u r e i t e r beschrieben. 25jährige Frau begeht Selbstmord, in dem sie einen Draht über Hochspannungsleitung wirft (6000 Volt Drehstrom). Wird tot aufgefunden. Stromeintritt wahrscheinlich an der linken Hand, Stromaustritt in der Hauptsache am rechten Fuß. Unmittelbare Berührung, Dauer der Stromeinwirkung nicht bekannt. Die linke Hand ist in einer Linie vom Grundgelenk des fünften Fingers zum Grundgelenk des Daumens abgetrennt. Weichteile an der Beugeseite bis zur Mitte des Unterarmes verbrannt. Elle und Speiche angekohlt. Zwischen dem dritten und vierten Mittelhandknochen mehrere hirsekorngroße Kügelchen von phosphorsaurem Kalk. — Neben unmittelbarer Berührung muß hier Lichtbogenent-

wicklung stattgefunden haben. Dafür sprechen auch die an verschiedenen Stellen der Kleidung gefundenen lochartigen Durchtrennungen mit teils braunem und teils geschwärztem Hof.

Bei den schweren Formen von Verbrennungen der Extremitätenknochen durch Hochspannungsstrom sind selbstverständlich die im Bereich dieser Knochen gelegenen Gelenke weitgehend mitbetroffen. Beispiele dafür sahen wir in den bereits mitgeteilten Fällen. — Im folgenden eine Beobachtung, bei der durch Einwirkung von Hochspannungsstrom zwar keine unmittelbare Gelenkschädigung zustande gekommen ist, die jedoch durch eigenartige auf die Gelenksumgebung beschränkt bleibende Erscheinungen bemerkenswert ist. Nach Martin, Couvert und Dechaume berührt ein Arbeiter mit der rechten Hand Leitung von 10 000 Volt Wechselstrom (50 Perioden). Dauer der Berührung 20 Sekunden. Stromaustrittsstellen vermutlich am linken Bein und linken Fuß. Genaue Angaben über das Verhalten unmittelbar nach dem Unfall fehlen. Das Allgemeinbefinden wird als gut bezeichnet. — Rechter Daumen teilweise verkohlt, teilweise bis auf den Knochen verbrannt. Die übrigen Finger der rechten Hand maximal gebeugt und gänzlich versteift. Rote und violette Phlyktänen wechselnd mit völlig blassen Stellen an der Beugeseite des rechten Ellenbogens, des rechten Oberarms und des linken Beines. Schwerste Verbrennung des inneren Fußrandes, der Ferse und der Großzehe. Arteria femuralis und poplitea pulsieren deutlich. Klagen über unerträgliche Schmerzen in der rechten Hand und im linken Fuß. Nach einigen Tagen linker Fuß völlig nekrotisch; wird abgesetzt. Wenige Tage später wird auch Amputation des rechten Vorderarmes notwendig. Die Amputationsstümpfe an den folgenden Tagen sekundär genäht. Gute Heilung. — In der Achselhöhle und am Ellbogen entwickeln sich im Bereich der beschriebenen Hautveränderungen tiefe teilweise bis zum Periost reichende Ulcera. Trotz mehrfacher Operationen nimmt die Heilung dieser Geschwüre mehrere Monate in Anspruch. — Martin und seine Mitarbeiter sind der Ansicht, daß durch die Schädigungen des hochgespannten Wechselstromes starke Veränderungen an den Gefäßen verursacht worden seien, die nach einigen Tagen infolge Ernährungsstörungen zu den beschriebenen Defektbildungen geführt haben. — Die anfangs be-

stehende Beugung und Versteifung der Finger der rechten Hand kann zwanglos als Folge einer Tetanisierung der Muskulatur durch die Stromeinwirkung angesehen werden; ob Knochen- oder Gelenkveränderungen bei dieser Erscheinung eine Rolle spielen, ist wohl fraglich.

Kaplan sah eigenartige oberhalb und unterhalb von Gelenkfalten gelegene Hauterscheinungen fern von der Berührungsstelle mit dem Strom, auf die der Vollständigkeit halber nur hingewiesen werden soll. Auf diese Veränderungen näher einzugehen, erscheint im Rahmen dieser Arbeit nicht angebracht.

Knochen- und Gelenksveränderungen durch Ströme mittlerer Spannung werden verhältnismäßig selten und dann meist unter besonderen Voraussetzungen beobachtet. — Jellinek berichtet einen Fall dieser Art. — F. P. gerät mit dem vierten Finger der rechten Hand zwischen drei spannungführende Stifte eines Kraftsteckers (Drehstrom 220 Volt). Stromein- und -austritt also an der rechten Hand (Dauer der Berührung?). Kurzdauernde Bewußtseinsstörung. — Erbsengroße Hautnekrose auf der radialen Seite der Mittelphalanx des vierten Fingers der rechten Hand. Ein Monat später: An gleicher Stelle liegt in Ausdehnung von Linsengröße der periostlose Knochen frei. Gelenkhöhle eröffnet; die Fistel entleert Wundsekret. Keine Schwellung, keine Schmerzhaftigkeit. — Da nach drei Monaten der klinische Zustand unverändert, wird Röntgenaufnahme (Rö.—A.) angefertigt. Sie zeigt ein vor der Sequestrierung stehendes Knochenstück „frei von jeglicher Spur einer Knochenreaktion". Es wird Sequestrotomie vorgenommen; Lösung nicht leicht, da Sequester fest haftet. — Rö.-A. sechs Wochen nach Operation: keine Veränderung im Bereich des ehemaligen Sequesters. — Es handelt sich hier um eine Knochennekrose mit Gelenkfistel nach bipolarer direkter Berührung mit Drehstrom von 220 Volt. Nach Jellinek sprechen die Symptome und die Verlaufsform der Sequestrierung für eine typische elektrische Knochenaffektion (Schmerzlosigkeit, reaktionslose Sequestrierung des Knochens, aseptische Nekrose.)

Zwei röntgenologisch besonders sorgfältig untersuchte Fälle teilt Palugyay mit. — Fall 1): Elfjähriger Schüler kommt mit Gleichstrom von 110 Volt in Berührung und kann sich nicht selbst be-

freien. Der zweite Teil der Leitung berührt den Handrücken in der Gegend des dritten Fingergrundgelenkes. Keine Schmerzen; „es rauchte nur". Dauer der Berührung einige Minuten. (Bewußtlosigkeit?). Nach vier Tagen erste Untersuchung. Befund: Quer über die Innenfläche der Hand entsprechend den Fingergrundgelenken eine grau-weiße derbe Veränderung des Epithels in Form einer Furche. Am Dorsum derselben Hand entsprechend dem 3. Fingergrundgelenk ähnliche Veränderungen wie am Handteller. Fünf Tage später: Rö.-A. zeigt keine Knochenveränderung. Nach weiteren zwei Tagen ergibt die Rö.-A. mässige Erweiterungen der Epiphysenfuge des Metacarpus II. u. III. Knochenkonturen im Bereich der Epiphyse scharf. — Im Laufe der nächsten Tage entsteht am Dorsum der rechten Hand kreisrunder vom II. bis IV. Metacarpus reichender mit nekrotischen Fetzen belegter Defekt. An der Volarseite der Finger löst sich Epidermis ab. An der Volarseite des Daumens mißfarbener Defekt. Mit Ausnahme des 4. Fingers leichte aktive Beugebewegungen möglich. Keine Schmerzen. Rö.-A. 13 Tage nach dem Unfall: Unregelmäßigkeit der epiphysären Kontur der II. und III. Metacarpusdiaphyse. Im ulnaren Anteil des III. Metacarpusdiaphysenendes kleiner randständiger Aufhellungsherd. — Am folgenden Tage eitrige Sekretion aus dem Defekt am Handrücken. Dort Abstoßung nekrotischer Gewebsfetzen. Spärliche Granulation. Defekt am Daumen granuliert. Rö.-A. 17 Tage nach Unfall: im mittleren Drittel der III. Metacarpusdiaphyse zarter schmaler periostaler Begleitschatten. Rö.-A. zwei Tage später: Aufhellungsherd im distalen Diaphysenende des Metacarpus III radialwärts verbreitert. Zunahme der Periostsklerosierung im Bereich des Metacarpus III. Hinzutreten von Periostsklerosierungen des Metacarpus II und der Grundphalangen des 2., 3. und 4. Fingers. Mäßige Halisterese des Skelettes. Die drei Tage später angefertigte Rö.-A. zeigt neben einer Zunahme der eben beschriebenen Veränderungen unregelmäßige Aufhellungen im Bereiche der Epiphysenfuge des Metacarpus II. — Fingergrundgelenke des 2. und 3. Fingers spaltförmig offen. Gelenkknorpel anscheinend nekrotisch. Fünf Tage später Defekt am Handrücken wesentlich verkleinert. Rö.-A.: Distales Drittel der Diaphyse des Metacarpus III gering volar- und radialwärts verkrümmt. —

Rö.-A. am 38. Tage nach Unfall: Abtrennung der periostalen Begleitschatten von der Diaphysenkontur durch hellen Saum. — Fortschreitende Verkleinerung des Defekts am Handrücken. Gelenkspalt im 2. Grundgelenk noch frei. — Röntgenbefund während der nächsten 20 Tage im wesentlichen unverändert. Dann allmähliche Zunahme des Kalkgehaltes im Handskelett. Konturen im Bereich der Epiphysenfuge des Metacarpus II und III wieder vollkommen scharf. Die zylindrischen sklerosierten periostalen Begleitschatten etwas vermindert. Rö.-A. am 62. Tage nach Unfall: Aufhellungsherde an den Epiphysen nicht mehr nachweisbar. Helle Trennungszone zwischen Periostschatten und Diaphysen verschmälert. — Sechs Tage später Defekt am Handrücken fast geschlossen. Bewegungen der Finger frei. Am 93. Tage nach Unfall Periostschatten röntgenologisch weiter verschmälert. Heller Saum zwischen Knochenkontur und Begleitschatten ganz geschwunden. — Zwanzig Tage später Defekt am Handrücken geschlossen und vernarbt. Rö.-A. 128 Tage nach Unfall: Periostsklerosierungen bis auf Reste geschwunden. Krümmung des Metacarpus III verringert. Kalkgehalt des Handskelettes wieder normal. Rö.-A. 163 Tage nach Unfall: Periostsklerosierungen verschwunden; geblieben ist Verbreiterung der Kompakta des Metacarpus II und III. Sonst zeigt Skelett der rechten Hand keine Veränderungen mehr gegenüber dem der linken.

Palugyay, Fall 2: Zwölfjähriger Knabe berührt mit der linken Hand Gleichstrom von 110 Volt und bleibt mit der Hand hängen. Offenbar ebenfalls länger dauernde Berührung. Keine Schmerzen, nicht bewußtlos. Kommt vier Tage nach dem Unfall zur Untersuchung. Befund: Sonst gesunder Knabe. Epidermis des linken Handtellers abgehoben, braunschwarz und in zwei Hälften geteilt, gegen die Finger und das Handgelenk fixiert. Die Haut der Finger 2—5, die in Mittelstellung gehalten werden, leicht geschwärzt. Finger aktiv nicht beweglich. An volarer Seite des Handgelenkes drei parallele Substanzverluste. Am Abend des gleichen Tages erscheint die Haut der Finger wie mazeriert. Vier Tage später werden die spontan abgestoßenen drei Phalangen des 5. Fingers, sowie die beiden distalen Phalangen des 4. Fingers entfernt. Grundphalange des 4. Fingers ragt als bräunlich verfärbter Stumpf aus der Wunde. Die

beiden distalen Phalangen des 3. Fingers stecken in einem Hautsack. Zeigefinger und Daumen haben geringe aktive Beweglichkeit. Rö.-A. neun Tage nach dem Unfall: Fehlen der End- und Mittelphalange sowie der Diaphyse der Grundphalange des 5. Fingers der linken Hand. Ebenso Fehlen der Mittel- und Endphalange des 4. Fingers und der Diaphyse der Mittelphalange des 3. Fingers. Verbreiterung aller Gelenkspalten der linken Hand. — Rö.-A. elf Tage nach dem Unfall: Die Endphalange des 3. Fingers fehlt nun auch. Epiphyse der Mittelphalange aus Gelenkverbindung gelöst und distalwärts gerückt. Halisterese des Handskelettes. — Vierzehn Tage nach dem Unfall Wundfläche im Bereiche des Handtellers mißfarbig, mit nekrotischen Massen belegt. Grundphalangen des 3. und 4. Fingers von Weichteilen entblößt, aber im Gelenk noch in fester Verbindung. Daumen und Zeigefinger mäßig beweglich. Sensibilität erhalten. Hand wird in Krallenstellung gehalten; ist dorsal aktiv streckbar. Jetzt werden Schmerzen bei Verbandwechsel und Bewegungen geäußert. Rö.-A. 15 Tage nach dem Unfall: Epiphyse der Mittelphalange des 5. Fingers noch weiter distalwärts gerückt. Zunahme der Gelenkspaltverbreiterung und der Halisterese des Handskelettes. — Am nächsten Tage stellenweise beginnende Granulation. Grundphalangen des 3. und 4. Fingers noch in lockerer Gelenkverbindung mit den entsprechenden metacarpi. — Rö.-A. 17 Tage nach dem Unfall: Starke Zunahme der Halisterese, besonders im Bereiche der Grundphalangen des 2., 3. und 4. Fingers. Das proximale Ende der Grundphalangendiaphyse des 4. Fingers zeigt wandständige Destruktion. Auftreten von periostalen Sklerosierungen im Bereich der Diaphyse der 2. und 3. Grundphalange. Auch in der distalen Hälfte des Metacarpus V ein von der Knochenkontur getrennter, zarter Begleitschatten nachweisbar. Rö.-A. 19 Tage nach dem Unfall: Proximale Kontur der Grundphalangendiaphyse des 4. Fingers zeigt wieder scharf gezeichneten Kompaktasaum. Zunahme der Halisterese, besonders im Bereich der Grundphalange des 4. Fingers. — Drei Tage später keine Progression des Prozesses. Grundphalange des 3. und 4. Fingers noch in zartem Gelenkzusammenhang. — Rö.-A. 22 Tage nach dem Unfall: Zunahme der Periostsklerosierungen, besonders des Metacarpus V. Starke Hali-

sterese der Handwurzelknochen. Aus der Basis der Grundphalange des 4. Fingers ist ein erbsengroßer Knochensplitter losgelöst und in Sequestration. Die Epiphyse der Mittelphalange des 5. Fingers fehlt nun auch. — Zwei Tage später ist die Grundphalange des 3. Fingers am Dorsum von Granulationen bedeckt, volar liegt der von Periost entblößte Knochen frei. Die übrige Wunde granuliert lebhaft. — Rö.-A. 26 Tage nach dem Unfall: Weitere Zunahme der Knochenatrophie. Diaphyse der Grundphalange des 4. Fingers abgestoßen. Ihre Epiphyse noch vorhanden, aber aus Gelenkskontinuität gelöst und gedreht. Die proximale Hälfte der Grundphalange des 3. Fingers demarkiert sich von der distalen Hälfte. — Am 33. Tage nach dem Unfall zeigt die Grundphalange des 3. Fingers im distalen Anteil schwärzliche Verfärbung, der proximale Anteil zeigt noch gut erhaltenen Knochen. Epithelisierung der Defekte durch rasch fortschreitenden Epithelsaum. — Rö.-A. am 43. Tage nach dem Unfall: Ausdehnung der Periostsklerosierung des Metacarpus V. Das sklerosierte Periost ist stark abgehoben. Periostsklerosierung im Bereiche des Metacarpus IV. Destruktion der Grundphalange des 3. Fingers hat zugenommen. Starke Destruktion der isolierten Epiphyse der 4. Grundphalange. Die Halisterese geht in Osteoporose über. — Vier Tage später ist die periphere überhäutete Narbe weich und geschmeidig. — Rö.-A. 38 Tage nach dem Unfall: Epiphyse der 4. Grundphalange in normale Lage gedreht, zeigt normale Struktur. Halisterese im Bereich des ganzen Handskelettes geschwunden; überall reine Osteoporose. — Am 44. Tage nach dem Unfall stößt sich ein kleiner dem Metacarpus IV entsprechender Knochensplitter ab. — Rö.-A. 45 Tage nach dem Unfall: Grundphalangenepiphyse des 4. Fingers zeigt zentralen Defekt. Proximale Hälfte der 3. Grundphalangendiaphyse in Demarkation. Helle Trennungslinie zwischen Kontur und Begleitschatten des Metacarpus V wesentlich schmaler. — Rö.-A. 52 Tage nach dem Unfall: Demarkation der proximalen Hälfte der 3. Grundphalange beendet. Stärkere Entkalkung der Epiphysenreste der 4. Grundphalange. — Rö.-A. 55 Tage nach dem Unfall: Zweigeteilte Grundphalange des 3. Fingers (Spontanfraktur) volar eingeknickt. Epiphyse der Grundphalange nahezu vollkommen entkalkt. Helles Spatium zwischen Knochenkontur und Periost-

schatten vollkommen geschwunden. — 68 Tage nach dem Unfall ist der Defekt bis auf eine kleine Granulationswunde über der Grundphalange des 3. Fingers geheilt. Beugekontraktur des 2. Fingers durch straffen Narbenzug zwischen Grund- und Mittelphalange des 2. Fingers. — Rö.-A. 79 Tage nach dem Unfall: Starke Verringerung der Porose des Handskelettes. Demarkiertes Knochenfragment der Grundphalange des 3. Fingers nicht zur Sequestration gelangt, scheint wieder angeheilt. Periostsklerosierung der 2. und 3. Grundphalange geschwunden. — Rö.-A. 93 Tage nach dem Unfall: Verschmälerung des sklerosierten Periostschattens des 5. Metacarpus. Stärkere Verdichtung der Bälkchenstruktur des verletzten Handskelettes. Destruierte Epiphyse der 4. Grundphalange durch schwach sklerosierten Knochenrest angedeutet. — Zwanzig Tage später sind alle Wunden vernarbt. — Röntgenaufnahme am 163. Tage nach dem Unfall: Völliges Verschwinden der Periostsklerosierungen. Die Grundphalange des 3. Fingers zeigt vollkommen einheitliche Struktur (keine Demarkationsreste). Knochenstruktur sowie Form und Größe der Knochen der linken Hand zeigen abgesehen von den Defekten keine Differenz gegenüber der rechten.

Die ausführliche Mitteilung der beiden vorstehenden Fälle schien berechtigt wegen der besonders sorgfältigen, die Entwicklung der Symptome bis in's einzelne verfolgenden Bearbeitung. — Vergleicht man die Röntgensymptome der beiden Fälle, so werden erstens Veränderungen beobachtet, die in beiden Fällen nachweisbar sind, wie Knochenatrophie und Periostsklerosierungen, zweitens solche, die nur im ersten Falle bzw. nur im zweiten Falle zur Wahrnehmung kommen; diese sind im Fall 1 Konturveränderungen und Aufhellungsherde, im Fall 2 Demarkation und Sequestration von Knochenfragmenten. — Die in beiden Fällen beobachtete Knochenatrophie erstreckt sich über das ganze Skelett der verletzten Hand in Form unregelmäßiger Verminderung des Kalkgehaltes. Im Fall 1 tritt die Atrophie am 19. Tage nach dem Unfall auf und nimmt bis zum 38. Tage zu; vom 55. Tage an zeigt sich wieder Zunahme des Kalkgehaltes und am 163. Tage ist der Kalkgehalt normal. — Im Fall 2 beginnt die Halisterese bereits am 11. Tage nach dem Unfall und nimmt auch hier bis zum 38. Tage zu; sie

erreicht jedoch einen weit höheren Grad und geht, bevor Restitution eintritt, in Porose (Rarefikation der Bälkchenstruktur) über, die allmählich abnimmt, sodaß auch im Fall 2 am 163. Tage in der Knochenstruktur keine Differenz gegenüber der unverletzten Hand zu sehen ist. Palugyay nimmt an, daß es sich bei der Knochenatrophie nicht um Inaktivitätsatrophie handelt, da wegen mangelnder Schmerzen keine Ruhigstellung der Extremität erfolgte, und ein Parallelismus zwischen der Schwere der Verletzung einerseits, und dem Zeitpunkt des Beginnes, sowie dem Grade der Atrophie andererseits nachweisbar ist. Man erkennt also im 2. Falle, da hier die schwerere Verletzung vorliegt, früheres und stärkeres Auftreten der Atrophie als im 1. Falle, bei dem diese erst nach drei Wochen beobachtet wird. Dies spricht dafür, „daß es sich um eine Atrophie infolge trophischer Störungen handelt im Sinne der Sudek'schen Atrophie". — Besondere Aufmerksamkeit schenkt Palugyay dem beiden Fällen gemeinsamen Symptom der zylindrischen Periostsklerosierungen. Diese zeigen sich nicht nur an d e n Diaphysen, bei denen auch nachweisbare Veränderungen des Knochenschaftes vorliegen, sondern auch an denjenigen, die solche Veränderungen nicht erkennen lassen und in deren Bereich auch keine Weichteilveränderungen festgestellt werden. Beginn der Periostsklerosierungen am 17. Tag nach dem Unfall; Rückbildung im 1. Falle bereits vom 55. Tage an, im 2. Falle vom 79. Tage. Am 163. Tage sind sie in beiden Fällen geschwunden; „diese zylindrischen Sklerosierungen um die Diaphysen sind denen bei spina ventosa, Osteomyelitis und vor allem bei Barlow'scher Krankheit sehr ähnlich". — Im Verlaufe des Prozesses ändern die periostalen Begleitschatten ihre Lage zur Knochenkontur. Sie liegen dieser zunächst eng an, später sind sie durch eine helle nicht schattengebende Zone vom Knochen getrennt („wie abgehoben") und dann werden auch die hellen Zonen durch kalkdichte Schatten ausgefüllt. — Außer den gemeinsamen Symptomen zeigt Fall 1 unscharfe Konturierung und Aufhellungsherde. Die bis zu den entsprechenden Knochen reichende Wunde des Handrückens spricht dafür, daß hier entzündliche Reaktionserscheinungen mit konsekutiver Entkalkung vorliegen, „doch ohne so weitgehende Destruktion, daß eine Restitution des Knochengewebes nicht eingetreten

wäre". — Fall 2 zeigt außer den gemeinsamen Symptomen Zeichen der Demarkation und Sequestration von Knochenteilen. Palugyay weist auf die bemerkenswerte Veränderung der Grundphalange des 3. Fingers hin, bei der eine völlige Demarkation der proximalen Hälfte der Diaphyse von der distalen Hälfte zu sehen ist. Jedoch kommt es nicht zur Sequestration, sondern nach Einknickung des Knochens ist schließlich ein in der Struktur einheitlicher Knochen zu erkennen. —

Palugyay läßt die Entscheidung der Frage offen, ob die Periostsklerosierung als entzündliche Reaktion anzusehen ist oder ob es sich um eine dynamische Wirkung (direkte Zellschädigung der periostalen Ossifikationszone und des Periostes) handelt und inwieweit subperiostale Blutungen in Betracht kommen. Jedenfalls scheint auch Palugyay an die Möglichkeit einer spezifisch elektrischen Schädigung (auch der Gefäße) zu denken. Er weist im übrigen darauf hin, daß Verletzungen der Extremitäten zwar recht häufig mit einer mehr oder minder starken Knochenatrophie einhergehen, daß jedoch Periostitiden, wie sie in den beschriebenen Fällen gesehen werden, sonst nicht zur Beobachtung kommen. —

Eine recht ungewöhnliche und in ihrer Deutung umstrittene Beobachtung von Knochenzerstörung nach Einwirkung eines Hausstromes berichtet P a n s e. — 48jähriger Mann berührt mit der linken Hand spannungführende Teile einer elektrischen Ziehlampe. Nicht bewußtlos, nicht zu Boden gefallen. Kleine Brandwunde am linken Zeigefinger. Klagt über heftige Schmerzen und Bewegungsunfähigkeit des linken Armes. In der folgenden Nacht angeblich unerträgliche Schmerzen in der linken Schulter. Am nächsten Morgen Selbstmord durch Einatmen von Leuchtgas. Die Obduktion ergibt neben dem Befund von CO im Blut eine vollständige Zerschmetterung des linken Oberarmknochens mit Blutaustritten in die Umgebung. Eine äußere Verletzung des Armes findet sich nicht. Blutergüsse zeigen sich auch dort, wo der Oberarm dem Brustkorb anliegt. Der Knochen selbst ist in unzählige, regellose, zackige Stückchen zerbrochen. — J e l l i n e k sieht in der Knochenzersplitterung eine Wirkung der Elektrisierung und verweist auf Röntgenbefunde in anderen Fällen, in denen er nach Stromeinwirkung zickzack-

förmige aufgehellte Linien im Knochengewebe sah. Nach Schridde kommen diese von Jellinek beschriebenen Knochenveränderungen nur bei sehr schweren Verbrennungen vor und werden von ihm als Knochensprünge infolge der hohen Hitze aufgefaßt. Wenn der Knochen auf diese Art durch hohe Wärmeeinwirkungen verändert sei, so komme es später zur Sequestrierung der nekrotischen Knochenteile. Im vorliegenden Falle sei es ganz unmöglich, daß die Zertrümmerung an einem normalen Knochen durch Einwirkung eines Wechselstromes von 220 Volt hervorgerufen sein könne. Schridde glaubt vielmehr annehmen zu müssen, daß schon eine schwere Erkrankung des Knochens, wahrscheinlich eine Ostitis fibrosa Recklinghausen mit Zystenbildung vorgelegen habe, und daß durch den starken Ruck, den der Mann bei der Berührung mit der spannungführenden Leitung erlitt, die dünnschalige Zyste zerbrochen und zersplittert worden sei. — Panse ist in der Beurteilung dieses Falles zurückhaltend. Er äußert lediglich, daß es sich um einen Fall von besonderer Schwere handele und daß auch Jellinek derartig totale Zersplitterungen bisher nicht beschrieben habe.

Mit Ausnahme des zuletzt mitgeteilten Falles, der einen Grenzfall darstellt, zeigen die bisher mitgeteilten Beobachtungen Veränderungen an den Knochen und Gelenken, die als primäre Folge der verschiedenen Wirkungsweisen des elektrischen Stromes aufzufassen sind. Im folgenden sollen in Kürze einzelne Fälle gestreift werden, bei denen es nach Einwirkung elektrischer Ströme zu Tetanisierung der Muskulatur mit wahrscheinlich sekundären Frakturen und zu Arthritiden gekommen ist.

Loewenthal berichtet einen Fall, bei dem eine Frau im Wechselstrombad eine Elektrisierung erleidet, deren Entstehungsmechanismus später nicht genau geklärt werden konnte. Man nimmt an, daß ein Kurzschluß oder eine momentane Stromsteigerung entstanden war. Der Körper der Verunglückten wird plötzlich ruckhaft zusammengezogen, daß die Knie in der Kinngegend stehen. Sie wird in dieser Haltung gefunden. — Offenbar direkte Berührung mit Wechselstrom mittlerer Spannung. Keine Bewußtlosigkeit. Beide Beine völlig regungslos und bei der leisesten Berührung schmerzend. Es wird eine Fraktur des Oberschenkelhalses beiderseits fest-

gestellt. Loewenthal nimmt an, daß durch elektrische Wirkung lediglich eine sehr heftige Zusammenziehung des M. iliopsoas zustande gekommen ist, die sekundär zu der beschriebenen Fraktur geführt hat. Eine Brüchigkeit des Knochens, die die Fraktur begünstigt haben könnte, habe nicht bestanden.

Nach Z i m m e r n berührt ein Mann mit der einen Hand spannungführende Teile eines elektrischen Heizapparates (220 Volt), mit der anderen das Gerippe des Apparates und bekommt einen so heftigen Muskelkrampf der Hand- und Vorderarmbeuger, daß eine Fraktur des Handgelenkes entsteht. Außerdem entwickelt sich eine schwere ankylosierende Arthritis des Schultergelenkes. — Man muß auch in diesem Falle an die Möglichkeit denken, daß die Schädigungen sowohl des Knochens wie auch des Schultergelenkes durch sekundäre mechanische Wirkung infolge heftiger Tetanisierung der Muskulatur entstanden sind.

Bei dem folgenden von P a n s e mitgeteilten Fall kommt es nach Elektrisierung an einer Lichtleitung (Stromweg von einer Hand durch die Füße zur Erde; nicht bewußtlos, keine Verbrennung) zu einer starken Tetanisierung der Gesamtmuskulatur. Im Anschluß daran entwickelt sich eine linksseitige schwere deformierende Coxitis mit Zacken- und Wulstbildungen in der Gelenkspalte und glasiger Aufhellung des Schenkelkopfes im Röntgenbild. Der Mann hatte vor dem Umfall niemals über Beschwerden seitens der Hüfte geklagt. — Es ist auch hier wieder wahrscheinlich, daß ein ursächlicher Zusammenhang besteht zwischen der starken Gewalteinwirkung infolge Tetanisierung der Muskulatur einerseits, und der beschriebenen Gelenkaffektion andererseits.

Überblickt man die Literatur der elektrischen Knochen- und Gelenkveränderungen an den Extremitäten, so ergeben sich auch hier bei Einwirkung ähnlicher Stromstärken und -spannungen verschiedene Wirkungen. Wir sehen angefangen von einer vorübergehenden Druckschmerzhaftigkeit des Knochens über Freilegung, Periostschädigung, Ankohlung, teilweiser und totaler Sequestrierung bis zur Verbrennung und völligen Verkohlung der Knochen, und von Versteifung über Eröffnung bis ebenfalls zu schwerster Verbrennung der Gelenke zahlreiche Übergänge und häufig auch

Nebeneinanderbestehen mehrerer der genannten Erscheinungen. Die schweren Verbrennungen sind bei den Hochspannungsverletzungen — auch zahlenmäßig — vorherrschend. Kommt es bei Einwirkung von Strömen mittlerer Spannung zu erheblicheren Knochen- oder Gelenkschädigungen, z. B. Knochenatrophien und Nekrosen sowie Eröffnung und Zerstörung von Gelenken, so haben stets besonders günstige Bedingungen für die Stromeinwirkung bestanden, wie vor allem inniger und langdauernder Kontakt. Hierauf ist bereits bei der Besprechung der elektrischen Schädelverletzungen hingewiesen worden. — Der Befund eines rasch abklingenden Druckschmerzes des Knochens beruht nach Panse möglicherweise auf einer vorübergehenden Alteration des Knochengewebes. Es erübrigt sich, auf den in seiner Deutung zweifelhaften Fall von Zersplitterung des Oberarmknochens nochmals einzugehen. Die Fälle sekundärer Frakturen sind im Zusammenhang bereits ausführlich besprochen worden. Auf die sekundären (?) Arthritiden nach Stromeinwirkung wird noch später kurz einzugehen sein.

Bevor nun etwas Abschließendes gesagt werden kann, ergibt sich aus der Eigenart des Stoffes die Notwendigkeit, im Zusammenhang mit den anfangs erwähnten verschiedenen Wirkungsweisen des elektrischen Stromes einige Bemerkungen zum Teil technischer Art vorauszuschicken. — Die reine oder spezifisch-elektrische Wirkung auf das Körpergewebe, speziell den Knochen, ist ihrem Wesen nach nicht exakt zu definieren; sie wird an den Folgen erkannt, die sie am Gewebe hervorruft, und die als solche von einzelnen Autoren angesehen werden (z. B. die Knochensprünge Jellinek's). Es dürfte jedoch stets schwer sein, die reinen elektrogenen Gewebsveränderungen von Hitzewirkung und mechanischer Zerstörung zu trennen, insbesondere natürlich bei Einwirkung hoher Stromspannungen, die durch schwere Verbrennungen und Verkohlungen infolge Umwandlung des Stromes in andere Energieformen (Wärme, Lichtbogen) die spezifisch elektrischen Veränderungen verwischen und überlagern. Wie schon zu Beginn angedeutet, wird man daher erwarten können, eher bei Einwirkung von Strömen mittlerer und niedriger Spannung spezifisch elektrische Erscheinungen am Knochen zu sehen. Es wurde jedoch an Hand mehrerer Fälle gezeigt,

daß auch diese Ströme, wenn ihre Wirkung überhaupt bis zu dem im großen und ganzen gut geschützten Knochen erkennbar vordringt, meist derartige Zerstörungen hervorrufen, die zwanglos als Hitze- oder Verbrennungswirkung erklärt werden können, daß man aber solche Veränderungen am Knochen, die als rein elektrogen anzusprechen wären, mit Sicherheit wohl nicht festzulegen vermag. — An dieser Stelle muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß nach den neuesten Forschungen die Einwirkung der Elektrizität auf die Gefäße eine wachsende Bedeutung gewinnt. Jellinek beobachtete Brüchigkeit der Gefäße auch fern von der Einwirkungsstelle des Stromes. Kawamura fand nekrotische Stellen in den Gefäßwänden, Kaplan Ausziehung von Kapillarendothelien und Blutungen in den Gefäßscheiden, Balkhausen und Grueter Kernstörungen in der Media. Pietrusky sah nach Stromdurchgang hochgradigen Gefäßspasmus im lebenden Gewebe. Diese und andere eindrucksvolle Beobachtungen lassen daran denken, daß auch für die Knochen- und Gelenkveränderungen spezifisch elektrische Schädigungen der diese Gewebe versorgenden Gefäße eine Rolle spielen. — Da nun der Strom den Weg über die Gefäße (Panse) offenbar bevorzugt, läßt sich möglicherweise auch die oft weit in's Gesunde reichende — von Jellinek als besonders charakteristisch bezeichnete — Knochennekrose etwa als Folge einer Ernährungsstörung des Knochengewebes durch elektrische Gefäßschädigung erklären. Vielleicht deuten die Periostabhebungen (Blutungen?) Palugyay's auf diese Genese hin. — Nicht auszuschließen ist jedoch bei der Annahme von Gefäßschädigungen die Einwirkung Joule'scher Wärme, die sicher von erheblicher Bedeutung gerade für die elektrische Knochenverletzung sein dürfte, weil sie infolge ihrer Tiefenwirkung auf das von mehr oder minder dicken Weichteilschichten bedeckte Knochengewebe Einfluß gewinnen kann. Nach Alvensleben dringt nicht die gesamte Stromwärme in den Körper ein. Denn da der elektrische Widerstand an den Übergangsstellen zum Körper am größten ist, ist auch die Wärmeentwicklung an diesen Stellen am höchsten. Hier werden so hohe Temperaturen erzeugt, daß das Gewebe verbrennt. Die Wärmeabgabe der verbrennenden Teile an das übrige Körpergewebe ist nicht größer als

bei Verbrennungen aus anderer Ursache. Die Entwicklung Joule'scher Wärme jedoch ist insofern eigenartig und deshalb gerade für die Knochenverletzung besonders wichtig, als der Strom in seinem Verlauf durch den Körper auf dem ganzen Wege Wärme erzeugt und zwar je nach der Größe des elektrischen Widerstandes an verschiedenen Körperstellen in verschiedenem Ausmaß. Da der Knochen erfahrungsgemäß einen relativ hohen elektrischen Widerstand besitzt, wird die Wärmeentwicklung in ihm entsprechend hoch sein. — Nach Panse bietet insbesondere die knöcherne Schädelkapsel dem Durchtritt auch stärkster elektrischer Ströme einen großen Widerstand; dies erkläre auch die häufig überraschende Beobachtung von verhältnismäßig geringen oder sogar keinen zerebralen Dauerschädigungen nach Einwirkung hoher Stromstärken auf den Schädelknochen. Welchen Weg der Strom um und durch den Schädel nehme, und welche Abwandlungen er erfahre, sei bisher nicht näher untersucht. Panse nimmt an, daß bei dem hohen Knochenwiderstand ein großer Teil des Stromes außen um die knöcherne Schädelkapsel herumfließt, und daß der den Knochenwiderstand überwindende Teil des Stromes einen weitgehenden Spannungsverlust im Schädelinnern erfährt. — Wie bereits angedeutet, ist auch im Bereich der Gelenke der elektrische Widerstand relativ hoch. Die Stromstärke ist zwar bei Hintereinanderschaltung verschiedener Widerstände an allen Stellen die gleiche. Da aber der Strom auf seinem Wege im Verhältnis zu den Widerständen an Spannung abnimmt, so wird er außer an den Berührungsstellen einen erheblichen Teil in den Gelenken verlieren. Alvensleben gibt dazu ein überzeugendes Beispiel durch Eigenversuch am Diathermieapparat. Läßt man den Diathermiestrom von Hand zu Hand fließen, so wird das erste Wärmegefühl im Handgelenk, dann im Ellbogengelenk und auch im Schultergelenk empfunden. In der Mitte des Unter- und Oberarms, wo die Muskeln wesentlich an der Fortleitung des Stromes beteiligt sind, wird eben der elektrische Widerstand erheblich geringer sein als an den Gelenken. — Wir haben gesehen, daß bei hohen Stromstärken an den Gelenken, z. B. im Ellbogengelenk auch Verbrennungserscheinungen der Weichteile auftreten können, wenn der Strom an der Hand eintrat. Es sei an den Fall von Martin, De-

chaume und Couvert erinnert. — In diesem Zusammenhang muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß — bei Berührung mit einer Hand und späterer Absetzung des Unterarmes infolge schwerer Verbrennungen — erfahrungsgemäß damit zu rechnen ist, daß die Gewebe, besonders die Gefäßwandungen in der Umgebung des Ellbogengelenkes zuerst geschädigt werden. So erlebt man es, daß Gefäßligaturen die an dieser Stelle bereits geschädigten Gefäßwandungen durchschneiden, während in der Armmitte die Gefäßwandungen noch widerstandsfähig sein können. — Endlich wird man an die Möglichkeit denken müssen, daß auch die mitgeteilten Fälle von Arthritiden, die vorwiegend als sekundäre Erscheinungen angesehen wurden, doch durch primäre elektrische Wirkung im Sinne einer Hitzeschädigung durch Entwicklung Joule'scher Wärme in den Gelenken erklärt werden können. — Um aber einer Überschätzung der Schädigungen durch Joule'sche Wärme zu begegnen, ist zu berücksichtigen, daß die Stromstärke, wenn überhaupt eine Schädigung durch Wärmewirkung zustandekommen soll, eine bestimmte Größe pro Flächeneinheit erreichen muß. An der betreffenden Stelle muß die Temperatur mindestens so hoch werden, daß eine Verdampfung der Gewebsflüssigkeit eintritt (Alvensleben). — Fernwirkungen, sowie Tiefenschädigungen fehlen nach Alvensleben in den Fällen, in denen Verbrennungen durch strahlende Wärme entstanden sind, aber ein Stromübergang auf den Körper nicht stattgefunden hat, z. B. die eines Kurzschlußlichtbogens mit seinen hohen Temperaturen. — Richtig ist, daß der Strom durch die Lichtbogenentwicklung einen weitgehenden Spannungsverlust erfährt, jedoch ist natürlich auch bei Lichtbogenbildung mit einer Wirkung der Elektrizität zu rechnen; bei Kopfverletzung durch Lichtbogen sah Pietrusky eine deutliche Strommarke am Fuß, die als Stromaustrittsstelle anzusehen ist. — Klinisch stehen bei Lichtbogenverletzung im allgemeinen die reinen Verbrennungsschäden auch an den Knochen und Gelenken im Vordergrund der Erscheinungen. Nicht auszuschließen sind dabei, wie wir oben sahen, Schädigungen durch rein elektrische Wirkung oder Joule'sche Wärme, die eben nur nicht zur Beobachtung gelangen, wenn der Knochen durch Verbrennungswirkung weitgehend zerstört ist.

ZUSAMMENFASSUNG.

Faßt man unsere heutigen Kenntnisse über die Wirkung elektrischer Ströme auf Knochen und Gelenke zusammen, so ergeben sich als Folge der Einwirkung hochgespannter Ströme, seltener mittlerer Stromspannungen, zahlenmäßig vorherrschend die Beobachtungen verschiedenster mehr oder minder schwerer Verbrennungs- und Hitzeschädigungen, von Freilegung und teilweiser Periostzerstörung bis zur Sequestrierung, Nekrose und völligen Verkohlung einzelner Knochenteile oder auch ganzer Knochen einschließlich der Gelenke. Speziell am Schädelknochen zeigen sich neben isolierten Zerstörungen der Tabula externa auch totale Knochendefekte, wobei dann meist die Tabula interna in geringerem Umfange nekrotisch wird als die Tabula externa.

Als einzelne Beobachtung wird ein Fall von „Nahtsprengung" am Schädeldach nach Einwirkung von Hochspannungsstrom mitgeteilt. In einigen Fällen sehen wir Kalkperlenbildung am Knochen infolge Lichtbogenverletzung. — Vorübergehende Versteifung sowie Eröffnung von Gelenken und endlich weitgehende Verbrennungen der Gelenke sowohl nach Hochspannungsverletzungen als auch nach Einwirkung mittlerer Stromspannungen kommen zur Wahrnehmung. Dabei erlebt man zuweilen einen auffallend guten Heilungserfolg, daß nämlich ein solches Gelenk, dessen Kapsel in großer Ausdehnung zerfallen war, nahezu uneingeschränkte Bewegungsfähigkeit zurückerlangt. — Zwei röntgenologisch untersuchte Fälle von Knochenverletzung durch elektrischen Strom mittlerer Spannung zeigen neben Symptomen für entzündliche Reaktion und Demarkation, sowie Sequestration von nekrotischen Knochenteilen, eine Atrophie des ganzen Handskelettes, die als Sudek'sche Atrophie angesprochen wird, und „Periostsklerosierungen", deren Ätiologie ungeklärt bleibt. Ferner sind bei röntgenologischen Knochenaufnahmen von Elektrisierten feine, im Zickzack verlaufende und sternförmige aufgehellte Linien im Knochengewebe gesehen worden, allerdings zum Teil in Fällen mit sehr schweren Verbrennungen, bei denen es auch zu Sequestrierung der Knochen in diesen Linien kam. — An Hand der Literatur können in der Mehrzahl der Fälle die Symptome und die

Verlaufsform der Sequestrierung bestätigt werden, die als typisch für die elektrische Knochenaffektion angesehen werden, wie Schmerzlosigkeit, reaktionslose, häufig weit in's Gesunde reichende Sequestrierung des Knochens und aseptische Nekrose. — Bei Einwirkung ähnlicher Stromstärken und -spannungen auf den Knochen werden vielfach, insbesondere dem Grade nach, ganz verschiedene Wirkungen beobachtet. Eine entscheidende Rolle kommt hierbei mit Sicherheit den Unfallbedingungen zu, wie der Wirkungsweise des Stromes (reine elektrische Wirkung, Joule'sche Wärme, Lichtbogen), der Innigkeit, Dauer und Art der Berührung (unipolar, bipolar), der Topik der Stromeintrittsstellen und Stromaustrittsstellen, sowie deren elektrischen Widerständen und endlich dem Zustande, in dem sich das Knochengewebe im Augenblick der Stromeinwirkung befindet. — Im wesentlichen von den gleichen Faktoren scheint auch der Zeitpunkt des Beginnes und Abschlusses von Sequestrierungen abzuhängen. Er schwankt entsprechend der Verschiedenartigkeit der Verletzungen in weiten Grenzen, von wenigen Tagen bis zu 3 Monaten für den Beginn, von Wochen bis zu 2 Jahren für den Abschluß der Sequestrierung. — Die umstrittene Beobachtung von totaler Zersplitterung des Oberarmknochens nach Berührung der Hand mit Hausstrom ist wohl als sekundäre mechanische Verletzung eines bereits durch andere Ursachen geschädigten Knochens aufzufassen. Um sekundäre Verletzungen infolge Tetanisierung der Muskulatur dürfte es sich auch bei den seltenen Fällen von Frakturen nach Einwirkung von Strömen mittlerer Spannung handeln; ebenso können die vereinzelten Mitteilungen von Arthritiden fern von der Berührungsstelle mit dem Strom erklärt werden; bei ihnen kommt jedoch möglicherweise eine primäre elektrische Schädigung in Betracht.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß es meist schwer, oft unmöglich ist, die reinen elektrogenen Knochenveränderungen von Hitzewirkung und mechanischer Zerstörung zu trennen. — In Zukunft dürften eingehende histologische Untersuchungen zur Klärung einer Reihe von Problemen wesentlich beitragen, insbesondere auch hinsichtlich der Frage, welche Rolle den Gefäßschädigungen bei der elektrischen Knochenverletzung zukommt.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Pietrusky für die Überlassung des Themas zu danken.

LITERATUR.

Alvensleben, Handbuch der ges. Unfallheilkunde König-Magnus. — Balkhausen u. Grueter, Dtsche Ztschr. Ger. Med. 1924, 5. — Balkhausen u. Grueter, Dtsche. Zschr. f. Chir. Band 180. — Batelli, Die Schädigungen durch Elektrizität, Boruttau-Mann, Hdbuch. der Elektrizität, Leipzig 1909. — Beekmann, Gewebsverbrennungen durch hohe Hitze, Klin. Wschr. Jg. 1923, Nr. 16. — Boruttau, Der Tod durch Starkstrom als Herztod, Elektr. Zschr. 1918, Nr. 40. — Dubs, Sudek'sche Knochenatrophie bei Verbrennungen, M.M.W. 1921 II, 1141. — v. d. Hütten, Zur Klinik elektr. Unfälle, Arch. f. Orth. Bd. 19, 1921, p. 171. — Jellinek, Elektropathologie, Stuttgart, 1903. — Jellinek, Klinik und Histopathologie der elektr. Verletzungen, D.M.W. 1932 II, 1677. — Jellinek, Röntgenologische Knochenaufnahmen bei Behandlung elektr. Unfälle. W.M.W. 1929, Nr. 17. — Kaplan, Dtsch. Z. f. d. ges. gerichtl. Medizin. 1931, 17. — Kawamura, Elektropathologische Histologie, Virch. Arch. Bd. 231, 1921, p. 571. — Kratter, Über den Tod durch Elektrizität, W.Kl.W. 1894, p. 379. — Loewenthal, Med. Klin. Jg. 22, Nr. 43, ref. Z. f. d. ges. gerichtl. Medizin, Jg. 1927, Bd. 9, p. 774. — Martin, Couvert u. Déchaume, Les lésions vasculaires causées par les courants électriques industriels. Lyon Chirurg. Bd. 21, Nr. 1, p. 13—26, 1924. — Meixner, Zur Frage des Todes durch elektr. Strom, W.Kl.W. 1922, p. 319. — Natorp, Beiträge zur Frage der Unfälle durch elektr. Strom, Arch. f. Orth. 1925, Bd. 23, p. 306. — Neureiter, Die Rolle der Disposition beim plötzlichen Tod nach elektr. Trauma, Beitr. z. gerichtl. Medizin, Bd. 5, 1922, p. 119. — Neureiter, Zur Bekämpfung der Gefährdung durch den elektr. Strom, Dtsch Z. f. die ges. gerichtl. Medizin, Bd. 3, 1924, p. 539. — Nippe, Zschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin, Bd. 61, Jg. 1921, p. 211. — Palugyay, Knochenveränderungen bei Verletzungen durch elektr. Strom, Fortschr. auf d. Gebiet d. Röntgenstrahlen, Bd. 32, 1924, p. 568. — Panse, Die Schädigungen des Nervensystems durch techn. Elektrizität, Berlin 1930. — Perwitzschky, Über die Schädigungen des Gehör- und Gleichgewichtsorganes durch den elektr. Starkstrom. Arch. f. Ohren- usw. Heilk. 134, H. 4, 1933. — Pietrusky, Der elektr. Unfall in landwirtschaftl. Betrieben, Dtsch. Z. f. d. ges. gerichtl. Medizin, 16,

H. 5, 1931. — Pietrusky, Zur Frage von Vasomotorenstörung an den Extremitäten als Folge elektr. Unfalls. Dtsch. Z. f. d. ges. gerichtl. Medizin, 25, 197, 1935. — Pietrusky u. Schrader, Der elektr. Unfall im Bergbau, Dtsch. Z. f. d. ges. gerichtl. Medizin, 19, H. 4. 1932. — Pircard, Gangrène de deux membres inferieurs produite par l'électricité, Scalpel, Jg. 79, Nr. 39, p. 876, 1926. — Ranzi, Mayr u. Oberhammer, Über Starkstromverletzung am Schädel, Dtsch. Z. f. Chirg. Bd.200, 1927, p. 36. — Reuter, Tod durch elektr. Starkstrom, Viertel-Jahresschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin, 1916, Bd. 52, p. 180. — Reuter, Ein weiterer Fall von tödlicher Starkstromverletzung des Schädels. Dtsch. Z. f. d. ges. gerichtl. Medizin, Bd. 1, 1922, p. 362. — Schridde, Der elektr. Stromtod, Kl.W. Jg. 4, Nr. 45, p. 2134, 1925. — Schridde, Hautverbrennungen durch hohe Hitze, Kl.W. Nr. 52, p. 2563, 1922. — Schridde, Handb. der ges. Unfallheilk., König-Magnus, Bd. 1. — Schumacher, Unfälle durch elektr. Starkströme, Wiesbaden, 1908, ref. Panse, Berlin 1930. — Trembur, Über die Wirkung des elektr. Hochspannungsstromes v. gerichtsärztl. Standpunkt. Vierteljahresschrift f. gerichtl. Medizin, 1908, p. 369. — Zimmern, Un nouveau accident de l'électricité domestique. Bull. de l'Acad. de Méd. Paris, 1925, Jg. 1, 89.

LEBENSLAUF.

Geboren wurde ich, Herbert Broicher, am 17. August 1909 als Sohn des derzeitigen Landrichters Adolf Broicher und seiner Ehefrau Maria geb. Boller in Duisburg. Dort absolvierte ich die Vorschule. 1921 wurde mein Vater nach Münster i. W. versetzt, wo ich das Paulinische Gymnasium besuchte. Im Jahre 1927 wurde mein Vater nach Neuwied versetzt, wo ich im Jahre 1930 die Reifeprüfung bestand. Die drei ersten medizinischen Semester studierte ich in Bonn, ging dann nach Münster i. W. und legte dort nach weiteren zwei Semestern die ärztliche Vorprüfung ab. Die sechs klinischen Semester studierte ich in Bonn und bestand am 4. Januar 1936 das medizinische Staatsexamen. Die Ableistung des praktischen Jahres erfolgte während der ersten drei Monate am Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Bonn und während der übrigen Zeit am Krankenhaus Bergmannsheil in Bochum. Die Bestallung als Arzt erhielt ich am 7. Januar 1937. Seit dem 1. April 1937 bin ich als Assistenzarzt an der Prosektur des Krankenhauses Bergmannsheil tätig.

VERZEICHNIS DER ELEKTROPATHOLOGISCHEN LITERATUR.

1.

Über Schädigungen des Nervensystems durch Elektrizität (Zentralnervensystem und periphere Nerven).

Adam, A., Ein Fall von progressiver Paralyse im Anschluß an einen Unfall durch elektr. Starkstrom. Allg. Z. f. Psych. Bd. 63, p. 428, 1906. — Alexander, L., Über eine chronische paranoisch-halluzinatorische Psychose mit postencephalitis-ähnlichen neurologischen Erscheinungen, hervorgerufen durch Starkstromschädigung des Gehirns. Mschr. Psych. 83, p. 144, 1932. — Ascher, B., Ein Fall von Verletzung durch Elektrizität mit Ausgang in Demenz. Med. Kl. 1912, p. 207. — Aspinall, Electric shocs. Lancet 1902, p. 660. — Biraud, La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension. Thèse Lyon 1892. — Bischoff, L., Über einen Fall von Starkstromverletzung. Med. Kl. 1911, p. 1080. — Boehmig, Hysterische Unfallerkrankungen bei Telephonistinnen. Zbl. f. Nervenhlk., Jan. 1903. — Bonhoeffer, Diskussions-Bemerkungen. Zbl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 55, p. 348, 1930. — Bruns, Vers. mitteldeutscher Neurol. 1902, Diskussions-Bemerkungen. Neur. Zbl. 1902, p. 1086. — Caso, Amyotrophische Lateralsklerose bei einem durch elektr. Unfall Verletzten. Rinasc. med. 10, p. 181, 1933. — Chartier, H., Paralysies par électrocution. Un cas de paralysie atrophique avec D.R., Rev. méd. Franc. 1928, 159, p. 19. — Collins, J., Electrical injury followed by deltoid paralysies. The med. record. 1892 (Nr. v. 16. 1. 1892). — Comes, Betrachtungen über Ohrsymptome bei einem Fall von Blitzschlag. Arch. ital. Otol. IV. 46, p. 241, 1934. — Corrado, Di alcune alterazioni della cellule nervose nella morte per electricita. Ann. di Neur. XVI. 1899. — Critchley, Macdonald, The effects of ligthning: with especial reference of the nervons system. Bristol med. chir. J. 49, p. 285, 1932. — Critchley, Industrial electrical accidents in their neurological aspect. J. State Med. 40, p. 459 (1932). — Critchley, Neurological effects of lightning and of electricity. Lancet 1934, p. 68. — Crouzon, Accidents nerveux d'origine organique dus à l'électrocution. Marseille-Med. Bd. 62, p. 94. — Crouzon, Chavany et Martin, Electrocution ayant laissé des troubles choréo-athétotiques persistants. Discussion sur la nature organique. Rev. Neur. 1924, p. 245. — Crouzon et Gilbert-Dreyfus, Myoclonies et tics d'origine pithiatique consécutifs à une électrocution chez une télephoniste. Ann. de méd. lég. J. 7, Nr. 9, p. 511, 1927. — Demme, Ein Fall von spastischer Spinalparalyse bei einem Kinde nach Blitzschlag. XX. Med.

Ber. über d. Tätigkeit des Jennerschen Kinderhosp. in Bern. Zit. nach Virch. Jahresber. Jg. 18, Bd. II, 1883, p. 626. — Dimtza, A., Elektrischer Unfall mit Ileus. Arch. f. orthopäd. Chir. 34, p. 541, 1934. — Donnellan, P. S., A case of electric shock of one thousand volts; insensibility of patient to pain. Recovery. The med. news., 1894, Bd. 65, p. 176. — Eisenlohr, Zur Kenntnis der Folgen des Blitzschlages. Jahrb. d. Hamb. Staatskrankenanst. 1890, p. 80. — Eulenburg, A., Über Nerven u. Geisteskrankheiten nach elektr. Unfällen. B. Kl. W. 1905, p. 30. — Farkas, Untersuchung des Zentralnervensystems eines durch elektr. Schlag getöteten Menschen. Ungar. Arch. f. Med. Bd. III. 1895, p. 330. — Feenstra, Gehirnverletzung durch elektr. Unfall. Gennesk. Tydschr. d. Ryksverzekeringsbank. 1926, 4 p. 107. — Finkelnburg, Erscheinungen von Bulbärparalyse u. Akustikusstörungen nach Starkstromverletzung. Mschr. f. Unfallheilk. Nr. 3. 1914. Jahrg. XXI. — Finkelnburg, Unfallbegutachtung der inneren und Nervenkrankheiten. Bonn 1920. — Fischl, F., Zur Kenntnis der Unfälle durch Elektrizität. W. Kl. W. 1913, p. 1430. — Fish, P. A., The action of strong currents of electricity upon nerve cells. Proc. Amer. Microscop. Soc. Bd. XVIII., 1895. — Foerster, O., Die traumatischen Läsionen des Rückenmarkes auf Grund der Kriegserfahrungen. Handb. d. Neur. v. Lewandowsky. Erg. II. Berlin 1929. — Foerster, O., Spinale progressive Muskelatrophie vom Typus Duchenne-Aran nach Verletzung durch Starkstrom. Zit. v. Panse 1930, p. 29. — Förster, R., Unfälle am Telephon und ihre Verhütung. B. Kl. W. 1911, p. 1688. — v. Frankl-Hochwart, Über Keraunoneurosen. Z. f. Kl. Med. 1891, p. 586. — Hautmann, Frühes Ergrauen der Haare nach einem elektr. Unfall. Z. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. II. 1915, p. 422. — Herrmann, G., Ein Fall von organ. Nervenschädigung durch Blitzschlag. Med. Kl. 1923, p. 497. — Herrmann, G., Kasuistischer Beitrag zur Nervenverletzung nach Blitzschlag. Med. Kl. 1926, p. 248. — Hoche, A., Armparese nach elektr. Schlag. D.M.W. 1899, p. 115. — Hoche, A., Über die nach elektr. Entladungen auftretenden Neurosen. Ärztl. Sachverstgz. 1901, p. 371. — Holthaus und Wichmann, Liquorveränderungen nach elektr. Unfällen. Psychiatr.-neur. Wschr. 1933, p. 182. — Horn, P., Über Blitz- und Starkstromläsionen des Nervensystems. D. Z. f. Nerv. Bd. 54, 1916, p. 312. — Horsley und Clarke, The structure and functions of the cerebellum examined by a new method. Brain. Bd. 31, 1908, p. 45. — Jacobi und Magnus, Elektronarkose u. Hirnödem. Z. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 98, 1925, p. 709. — Jellinek, St., Histologische Veränderungen im menschlichen u. tierischen Nervensystem, teils als Blitz- teils als elektr. Starkstrom-

wirkung. Arch. f. path. Anat. Bd. 170, 1902, p. 56. — Jellinek, St., Radialislähmung und trophische Störungen als Folge eines elektr. Unfalles. W. Kl. W. 1920, p. 873. — Jellinek, St., Über die Einwirkung der Lumbalpunktion bei schweren elektr. Unfällen. W. Kl. W. 1928, p. 622. — Jellinek, St., Einseitige Pupillenstarre und Hornersymptomenkomplex (kombiniert mit doppelseitiger Klumpkelähmung) nach elektr. Trauma. Z. f. Augenhlk. Bd. 46, 1921, p. 142. — Jellinek, St., Die Spuren eines Blitzes. Beitr. z. ger. Med. 1919, p. 91. — Jellinek, St., Blitz und Antenne. Beitr. z. ger. Med. Bd. 8., p. 18, 1928. — Jellinek, St. und Pollak, Über Veränderungen des Zentralnervensystems nach Starkstromverletzungen. Virch. Arch. 293, H. 1, 1934. — Joffroy, A., Les accidents nerveux produits par la fulguration. Journ. des practic. 1908, p. 755. — Joffroy, A., Troubles mentaux consécutifs à l'électrocution de l'encéphale. 1908, Bd. 2. p. 553. — Jolly, P. H., Epilepsie u. Unfall durch elektr. Starkstrom. M. M. W. 1912, p. 1433. — Kennedy. F., A case of pyramidal sclerosis following electric burns. Arch. of N. and Ps. 1920. Bd. 4, p. 711. — Klessens, Teilweise Lähmung des Plexus lumbalis und brachialis infolge eines Unfalles mit d. electr. Strom. Nederl. Tijdschr. Geneesk. 1934, S. 1327—1351, ref. Zbl. Neur. 72, p. 712, 1934. — Krambach, Halsmarkschädigung durch Starkstrom. Nervenarzt 1930, p. 220. — Kramer, Diskuss.-Bemerk. Zbl. f. d. ges. Neur- u. Psych. 1927. — Kurella, Elektr. Gesundheitsschädigungen am Telephon. Leipzig 1905. — Langworthy, O. R., Abnormalities produced in the Central Nervonssystem by electrical injuries. J. of exper. Med. 51, Nr. 6, p. 943, 1930. — Langworthy, O. R., Histological changes in nerve cells following injury. Bull. Hopkins Hosp. 47. Nr. 1, p. 11, 1930. — Langworthy, O. R., Nerve Cell Injury in Cases of Human Electrocution. J. amer. med. Assoc. 95, p. 107, 1930. — Léduc, St., La narcose électrique. Z. f. Elektrother. 1903, p. 374. — Loewenstein, S., Isolierte Athetose eines Beines durch Starkstromverletzung. Nervenarzt 1932, Heft 2. — Loewenstein, K., u. Mendel, K., Hirnschädigungen durch elektr. Einwirkungen. D. Z. Nervenheilk. 125 H. 5 u. 6, 1932. — Malz, Klin. Beitr. zur Kenntnis der elektr. Unfälle. D. Z. f. Nerv. Bd. 46. 1913, p. 367. — Marburg, O., Pathologische Anat. u. Klinik der traumatischen Schädigungen d. Rückenmarks. D. Z. f. Nerv. Bd. 70, 1921, p. 10. — Marchand, L. et Picard, J. Ein Fall von diffuser Hirnsklerose mit progressiver Intelligenzstörung im Anschluß an Blitzschlag. Encéphale 30, p. 229. 1935. — Mellissinos, Lésions de la moelle épinière consécutive à une électrocution. Ann. Méd. Lég. 15., p. 382, 1935. — Mendel, K., Spinale halbseitige Körperlähmung nach elektr. Unfall D. M.

W. 1927, p. 1642. — Michand, Fulguration et symptômes nerveux. Festschr. Zangger TL 1 327, 1935. — Minot, Accidents causés par l'emploi de l'électricité industrielle. Thèse de Paris 1908. — Molfino, F., Sindrome ipertireosica da folgorazione. Rass. med. appl. Lav. industre 6, p. 52, 1935. — Muller, Un cas d'électrocution par courant alternatif à haute tension. Ann. de méd. lég. Jg. 7 Nr. 4, p. 176, 1927. — Mumdey, Zur Kasuistik der nervös-psychischen Störungen nach elektr. Starkstromunfällen. Diss. Jena 1923. — Naville, F. et de Morsier, G., Symptômes neurologiques consécutifs aux électrocutions industrielles. Revue neur. I, Nr. 3, 1932. — Neuber, Über Neurosen n. elektr. Unfällen. Arch. f. Psych. Bd. 54, 1914, p. 949. — Panse, Über Schädigungen d. Nervensystems durch Blitzschlag. Mschr. f. Psych. 59, p. 323, 1925. — Panse, Die Schädigungen des Nervensystems durch techn. Elektrizität. Berlin 1930. — Panse, Brückenherd mit epileptiformen Anfällen nach elektr. Unfall. Ärztl. Sachverst. Z. 1932, Nr. 2. — Perrando, Sindromi neurosiche e sindromi siringo-mieliche. Istit. di Med. Leg. Univ. Genova. Arch. di Antrop. krimin. 53, p. 1179, 1933. — Poledne, Ein Fall von multipler Sklerose infolge von Blitzschlag. Ref. Neur. Zbl. 1906, p. 129. — Raebiger, Zur Kasuistik der Nervenkrankheiten nach elektr. Trauma. D. M. W. 1905 Nr. 22. — Ricca, S., Giorn. d. med. ferriov. Jg. 1, Nr. 11, p. 443, 1921. — Le Roy de Méricourt, Paralysie partielle suite de commotion électrique. Gaz. des hôp. 1860, p. 382. — Rumpf, Krankenvorstellung D. M. W. 1903, p. 352. — Schmaltz, Zur Kenntnis der Folgen elektr. Traumen. M. M. W. 1904. — Schmücking. Nervöse Unfallfolgen nach Starkstromverletzungen. Diss. Leipzig 1913. — Schuhmacher, Unfälle durch elektrische Starkströme. Wiesbaden 1908. — Schwanz, H., Gutachten über die Frage des ursächlichen Zusammenhanges von Hemiplegie und elektr. Unfall. Nervenarzt 1931, H. 3. — Schwartz, Ugeskrift f. laeger. Jg. 87, Nr. 12, p. 294 (Dänisch). — Skljareik, Zur Frage des Betroffenseins des Nervensystems durch den Blitz. Soret. Psichonevr. 10, Nr. 1, p. 67, 1934. — Sterling, Polyneuritis nach Blitzschlag. N. Zbl. 1918, p. 577. — Stern, L., et Battelli, Inhibition du systeme nerveux par l'électricité. Action des courants alternatifs. C. rend. la soc. de Biol. 1922. Séance du 8. 7. 1922, p. 432. — Stier, Beinlähmung nach Starkstromverletzung. Zbl. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 43. 1926, 733. — Stoevesandt und Rieke, Obergutachten über die Entstehung einer multiplen Sklerose des Zentralnervensystems durch elektr. Schläge. Amtl. Nachr. d. Reichsvers.amtes. Jg. 20, 1904, p. 433. — Störring, G. E., Das Bild einer spastischen Spinalparalyse nach Starkstromverletzung. Arch. f. Psych. 100, H. 3, 1933. —

Strauss, Über typische durch elektr. Strom erzeugte hysterische Hemianaesthesie und Hemiparese. Charité-Ann. XXV. — Trautmann, Ein Telephonunfall mit organ. Folgeerscheinungen und seine Bedeutung für die Unfallbegutachtung. D. Z. f. Nerv. Bd. 97, 1927, p. 63. — Tschougounove, Zur Kasuistik der peripherischen Lähmungen nach elektr. Traumen. Mosk. med. Journ. 1925, p. 45. — Vollmer, E., Über einen Fall von elektr. Hirntod. Z. f. med. Beamte. 1929, p. 107. — Wallbaum, Über funktionelle nervöse Störungen bei Telephonistinnen nach elektr. Unfällen. D. M. W. 1905, Nr. 18. — Weigel, H. Nervöse Folgeerscheinungen nach elektr. Unfällen. Mschr. f. Unfallheilk. 1928, H. 2. — Wietrich, Orv. Hetil. 1933, 16—17 (ungar.). — Willige, Über nervöse und psychische Störungen nach Blitzschlag. Arch. f. Neur. u. Psych. Bd. 48, 1911, p. 1132.

2.

Über elektrische Verletzungen des Gehör- und Gleichgewichtsorgans.

Bernhardt, Die Betriebsunfälle der Telephonistinnen, Berlin 1906. — Bruzzone, Lesioni auricolari da scarica electrica. Ann. laring. ecc. 34, p. 147, 1934. — Eschweiler, Starkstromverletzung der akustischen Zentren. Arch. f. Ohr. Bd. 96, 1915, p. 115. — Nager, F. R., und Rüedi, L., Zur Kenntnis des elektrischen Ohrunfalles. Schweiz. Z. Unfallmed. u. Berufskrankh. 1931, Nr. 3. — Perwitzschky, Über die Schädigungen des Gehör- und Gleichgewichtsorganes durch den elektr. Starkstrom. Arch. f. Ohren- usw. Heilk. 134, H. 4, 1933. — Porta, C. F., Sulle lesioni labirintiche da corrente elettriche ad alta tensioni. Contrib. dell' Italia al V. Congr. internaz. med. per gli infortuni del lavoro ecc. 2., p. 835, 1929.

3.

Über elektrische Augenschädigungen.

Bratz, Optikusatrophie u. Chorioretinitis nach elektr. Schlag. Ärzt. Sachverst. z. 1906, p. 45. — Buller, F., Ein Fall von Verletzung d. Auges d. Blitzschlag. Arch. f. Augenheilk. Bd. 21, 1890, p. 390. — Horton, A case of electro cataract. Amer. Journ. of ophth. Bd. 9, Nr. 11, p. 841, 1926. — Hubin, Accidents oculaires provoqués par l'électricité. Bull. Soc. belge Ophthalm. Nr. 69, p. 20, 1934. — Iwanoff, Les conséquences de la touche sur la vision. Bull. de la soc. franc. d'ophthalm. 1893. — Junius, Über Unfallverletzungen insbesondere Augenerkrankungen durch elektr. Starkströme. Ophthalmolog. Kl. 1906, Nr. 11. — Leber, Th., Über Katarakt u. sonstige Augenaffektionen durch Blitzschlag. Arch. f. Ophthalm. 1882, Bd. 28, III., p. 255. — Panas, Archive d. Ophthalmol. 1902 Okt.-Dez. — Rollet et Arand, Atrophie

des Nerfs optiques par court-cirsuit de courant industriel. Lyon méd. Bd. 140. W 1, 30. p. 81, 1927 (Ref. Ger.Med. Bd. 11, Jg. 1928, p. 160). — Roth-Alexander, Ein Fall von ophthalmia electrica. Vierteljschr. f. ges. ger. Med. 3. Folge, Bd. XXI, p. 176. — Spir, Über einen Fall von Starkstromverletzung des Auges. Arch. f. Augenheilk. Bd. 90, H. 2—3, p. 127, 1922. — Terrier, Du prognostic des troubles visuels d'origine électrique. Arch. d'ophthalm. Bd. 22, 1902, p. 692.

4.

Über die Wirkung der Elektrizität auf Herz und Gefäße.

Arntzen, Joh., Dunker, Vorkammerflimmern nach Einwirkung von elektr. Strom. Norsk. Mag. Laegevidensk. 95, p. 922, 1934. — Balkhausen und Grueter, Dtsche. Z. Ger. Med. 1924, 5. — Balkhausen u. Grueter, Dtsche Z. f. Chir. Bd. 180. — Batelli, Le mécanisme de la mort par les courants électriques chez l'homme. Ann. d'Electrobiologie. III, 1900, Nr. 1. — Batelli, La mort par les courants des hobines d'induction. Journ. de Physiol. et de Pathol. gén. 1902, Nr. 1. — Beöthy, Tod durch schadhafte elektr. Lampen. Gyógyászat, 1929, II., 905. Ger. Med. Bd. 15, Ref. p. 116. — Biemond, Halfzydige Hersenzwelling na electrisch ongeval. Tydschr. v. Geneesk, 1928, p. 128. — Boruttau, Der Tod durch Starkstrom als Herztod und die Grenze der gefährlichen Stromstärke. Elektr. Z. 1918, Nr. 40. — Boruttau, Der Mechanismus des Todes durch elektr. Starkstrom und die Rettungsfrage. Vierteljschr. f. d. ges, ger. Med. Jg. 1918, Bd. 55. — Boruttau, Über das Kammerflimmern des überlebenden Warmblüterherzens u. seine Beeinflussung. Ein Beitrag zur Rettungsfrage bei Starkstromunfällen. Z. f. exper. Path. 1919. — Boruttau, Über Wiederbelebung bei Herzkammerflimmern m. bes. Rücksicht auf Narkose u. Starkstromunfälle. D. M. W. 1918, Nr. 31. — Bruns, Plötzlicher Tod im elektrischen Bad. Z. f. Medizinalbeamte 1903, p. 666. — Buthz, Selbstmord mit dem Strom der Lichtleitung, Jg. 1930 d. Z. f. ges. ger. Med. Bd. 14 (0), p. 443. — Cluzet et Bounamour, Etude électricardiographique de l'arrêt du coeur dans l'électrocution. C. 1921, Bd. 173, p. 103. — Firket, Accident d'électrocution à basse tension. Scalpel Jg. 80, Nr. 5, p. 112, 1927. (Ger. Med. Jg. 1928, Bd. 11, Ref. p. 160). — Fischmann, Röntgenunfall. Gyógyászat 1931, I., p. 165 (ungar.) (Ger. Med. Jg. 1932, Bd. 18. Ref. p. 172). — Gildemeister u. Diegler, Zur Lehre von d. primären Schädigung d. Herzens durch Starkströme. Z. f. d. ges. exper. Med. Bd. 28, 1922, p. 144. — Gwynne, J., Morgan u. Amor, J. S., A case of electrocution with notes on the clinical value of lobeline. The Lanzet 1928, p. 756.

— Haberda, Tod durch Elektrizität im Bade infolge Berührung einer Kipplampe. Vierteljschr. f. ger. Md. Jg. 1907, Bd. 33, Suppl. H., p. 275. — Hering, Sinusströme als Koeffizienten in Fällen von Sekundenherztod. M. M. W. 1917, p. 1033. — Herzog, A case of death from low-tension electric current. Med. leg. J. 45, 94, 1928; Ger. Med. Bd. 13 (Ref.) 1929. — Höpler, Mord durch Starkstrom. Arch. f. Kriminalogie. Jg. 1931, Bd. 88, p. 199. — Jacksch-Wartenhorst u. Rihl, Vorhofflimmern nach elektr. Trauma. Z. d. ges. exper. Med. Bd. 50, H. 1/2, p. 110, 1926. — Jenkins u. Cowardin, Death by electrocution. Brit. med. journal. Nr. 3471, p. 98, 1927, Ger. Med. Bd. 11, (Ref.) 1928, p. 160. — Kaplan, Dtsche. Z. f. d. ges. ger. Med. 1931, 17. — Kawamura, Elektropathologische Histologie. Virch. Arch. Bd. 231, 1921, p. 571. — Kohout, Casopis lékarn. ceskych. Jg. 65, Nr. 39, p. 1494, 1926. — Kratter, Über den Tod durch Elektrizität, W. Kl. W. 1894, p. 379. — Kratter, Tod d. Elektrizität. Vierteljschr. f. d. ges. ger. Med. III. Folge, XXXI. Bd., 1906. — Martin, Couvert et Déchaume, Les lésions vasculaires causées par les courants électriques industriels. Lyon Chirurg. Bd. 21, Nr. 1, p. 13 bis 26, 1924. — Melén, H., Svenska läkartidningen. Jg. 19, Nr. 29, p. 612—614, 1922 (Schweden). — Morgan, Lancet, Bd. 214, Nr. 15, p. 756, 1928 (Ger. Med. Bd. 12, Ref., Jg. 1928, p. 132). — Muller, Vielledent et Marchand, Lésions histologiques dans un cas de mort tardine par électrocution par courant 220 volts. Ann. Méd. lég. 14, 657 (1934). — Neureiter, F., Die Rolle der Disposition beim plötzlichen Tod nach elektr. Trauma. Beitr. z. ger. Med. Bd. V. 1922. p. 199. — Neureiter, Ein weiterer Beitrag zur Frage nach d. Bedeutung der Disposition beim plötzlichen Tode nach elektr. Trauma. Beitr. z. ger. Med. Bd. VII, p. 85, 1932. — Palugyay, Knochenveränderungen bei Verletzungen durch elektr. Strom. Fortschr. auf d. Gebiet d. Röntgenstrahlen, Bd. 32, 1924, 569. — Pfalz, Hypertonie nach Starkstromunfall. Dtsche. med. Wschr. Jg. 48. Nr. 49, p. 1647, 1922. — Pietrusky, Zur Frage von Vasomotorenstörung an den Extremitäten als Folge elektr. Unfalls. Dtsche. Z. f. ges. ger. Med. 25, 197, 1935. — Pircard, Gangrène de deux membres inférieurs produite par l'électricité. Scalpel. Jg. 79, Nr. 39, p. 876, 1926. — Roger et Cavalié, Double électrocution par courant domestique à basse tension. Ann. de méd. lég. Jg. 7, Nr. 9, p. 515, 1927; Ger. Med. Bd. 11. Ref. Jg. 1928, p. 196. — Schott, Über einen Fall von elektr. Herztod. Z. f. med. Beamte. Jg. 42. 1929. p. 5. — Schrader, Experimentelle Untersuchungen zur Histologie elektr. Hautschädigungen durch niedergespannten Gleich- und Wechselstrom. Veröff. Gewerbe- u. Konstit. Pathologie, H. 33, Jena, Fischer, 1932. — Schröder,

Angina pectoris (?) Unfallfolge durch Berührung mit elektr. Starkstrom (220 V.) Mschr. Unfallheilk. 41, p. 185, 1934. — Schwan, Fahrlässige Tötung durch den elektr. Strom. Dtsche. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 24, p. 69, 1935. — Schwarz, Tödl. Unfälle als Folgen perverser Neigungen. Z. f. ds ges. ger. Med. Jg. 1932, Bd. 19 (o), p. 87. — Wachholz, Tod durch Vergiftung oder durch elektr. Strom? Beitr. z. ger. Med. Bd. XII, p. 55, 1932. — Wedel, Traumata electrica. Med. Kl. 1909, p. 171. — Wernicke, Obergutachten über die Verletzung einer Telephonistin durch Starkstrom. Mschr. f. Ps. u. N. Bd. 17, 1905, p. 577. — Wetterstrand, Tödl. Röntgenunfall durch Kurzschluß des Sekundärstromes. Acta radiol. Bd. 5, H. 1, p. 105, 1926. Ref. Z. f. ges. ger. Med. Bd. 7, Jg. 1926, p. 497. — Witas, Ann. de méd. lég. Jg. 5, Nr. 8, p. 433, 1925. — Wrobel, Ein tödl. Unfall durch elektr. Strom d. Lichtleitung im Bade. Z. f. med. Beamte, 1921, Jg. 34, p. 435. — Ziemke, Todesfälle durch den elektrischen Strom und ihre Beziehungen zum Unfall. Mschr. f. Unfallheilk. u. Versicherungsmed. Jg. 20, Nr. 5, p. 107, Nr. 6, p. 121, 1933.

5.

Über elektrische Verbrennungen (Haut-, Weichteil- und Knochenverbrennungen).

Creutzfeldt, Diskuss.-Bemerk. Zbl. f. Neur. u. Psych. 1927. — Ewald, F. K., Selbstmord nach elektr. Verbrennung des Schädeldaches. Med. Welt 1933, Nr. 23. — Gey, R., Ein Fall von schwerer Starkstromverletzung bei Selbstmordversuch eines 15jähr. Knaben. Arch. f. Orthop. Bd. 24, 1927, p. 137. — Gubler, E., Zur Kasuistik d. tödl. elektr. Schädelverletzungen. Dtsche. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 8, 1926, p. 406. — Kaplan, Einige neue forensisch wichtige Befunde aus der Elektropathologie. Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1931, Bd. 17 (o), p. 217—224. — Langen, G., Über Schädelverletzungen durch elektr. Starkstrom. Diss. Leipzig 1914. — Lehmann, Über Starkstromverletzungen. Veröffentl. aus dem Gebiete d. med. Verwaltung Bd. VII, 1917, p. 221. — Luther, N., Über einen besonderen Fall einer Schädelverletzung durch elektr. Starkstrom. D. Z. f. Chir. Bd. 181, 1923, p. 220. — Mott, F. W. und E. A. Schuster, Examination of the brain of a man who lived seven hours after receving a schock of 20 000 Volt. Proceed Royal Soc. Med. Path. Section 1910, p. 140. — Muller, Un nouveau cas d'électrocution par courant alternatif à haute tension. Ann. de méd. lég. Jg. 7, Nr. 9, p. 517, 1927. Ref. Ger. Med. Jg. 1928, Bd. 11, p. 197. — Neureiter, F., Zum Selbstmord durch elektr. Strom. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 24, p. 406, 1935. — Nippe, Selbstmord durch d. elektr. Strom. Z. f. d. ges. ger. Med.

Bd. 61. Jg. 1921, p. 211. — Ranzi, Mayr u. Oberhammer, Über Starkstromverletzungen am Schädel. D. Z. f. Chir. Bd. 200, 1927, p. 36. — Reuter, Tod durch elektr. Starkstrom. Vierteljschr. f. d. ger. Med. 1916, Bd. 52, p. 180. — Reuter, Ein weiterer Fall von tödl. Starkstromverletzung des Schädels. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 1, 1922, p. 362. — Risel, Verbrennungen von Schädel, Dura mater u. Gehirn durch elektr. Starkstrom. D. M. W. 1912, p. 1289. — Schumacher, Unfälle durch elektr. Starkströme, Wiesbaden, 1908, ref. Panse, Berlin 1930. — Simonin, Electrocution par courant de 12 000 volts. Ann. de méd. lég. Jg. 7, Nr. 6, p. 339, 1927. Ber. in d. Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1928, Bd. 11, p. 13. — Simonin, Une forme particulière de brûlure électrique Ann. de méd. lég. Jg. 7, Nr. 9, p. 501, 1927. (Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 12. Ref. 1928, p. 10. — Straßmann, Die Hautveränderungen durch den elektr. Strom. Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1933, Bd 20 (o), p. 239. — Trenel, tentative ou simulacre de suicide par l'électrocution sur un courant de 3000 Volts. Ann. de méd. lég. Jg. 6, Nr. 8, p. 419, 1926. — v. Wehren, Abtrennung des Kopfes durch elektr. Starkstrom. Z. f. ges. ger. Med. Bd. 27, Jg. 1937, p. 240. — Weimann, Zur Histopathologie der Hautveränderungen durch den elektr. Strom. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 9, p. 587, 1927.

6.

Allgemeine elektropathologische Literatur.

Alvensleben, Die physiologischen Wirkungen elektrisch. Starkströme bei Unfällen, sowie die heutigen Wiederbelebungsmethoden und ihre Aussicht auf Erfolg. Elektr. Z. 1915, H. 30—31. Alvensleben, Elektrische Unfälle. Elektr. Z. 1926, p. 985. — Alvensleben, Elektr. Unfälle und deren Folgen. D. M. W. 1925, p. 1005. — Alvensleben, Handbuch der ges. Unfallheilk. König-Magnus. — D'Arsonval, Mort apparente produite par les courantes alternatifs. C. rend. 118, 1894, p. 1139.—D'Arsonval, La mort par l'électricité dans l'industrie. Moyens préservateurs. Compt. rend. de la Société de Biologie. 1887, p. 95. — Baader, Tätigkeitsbericht d. Abt. f. Gewerbekrankheiten des Kaiserin-Auguste-Victoria-Krankenhauses zu Berlin-Lichtenberg. Zbl. f. Gewerbehyg. 1927, H. 11. — Balthazard, Electrocution par courant de 10 000 V. Ann. de méd. lég. 154, 1924, p. 73. — Batelli, La mort et les accidents par les courants industriels. Revue médicale de la Suisse romande, 1902, Nr. 9. — Batelli, Die Schädigungen durch Elektrizität; Boruttau-Mann, Hdbuch der Elektrizität. Leipzig, 1909. — Bauer, Zur Kasuistik des Blitzschlages. M. M. W. 1929, p. 82. — Berg, Tod durch Elektrizität. Z. f. Med.

Beamte. 1905, Nr. 14, p. 441. — Bergonié, Traitement des accidents causés par l'électricité industrielle. Paris méd. 1910, p. 42. — Biraud, La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension. Lyon, Paris. — Bischoff, E., Blitzschlag, ein kasuistischer Beitrag. Schweiz. med. W. 1922, p. 349. — Borck, Schwere Schädigungen durch Starkstrom. D. Milit. Z. 1914, p. 284. — Boruttau, Der Starkstrom und die Rettungsfrage. Äußerung zu Jellineks Erwiderung in Nr. 40 Elektr. Z. 1918, Nr. 49. — Boruttau, Die Maximaldosis des Wechselstromes in der Therapie und seine Messung. D. M. W. 1918, Nr. 51. — Brown, The latest electrocution. Médical record. 1893, Bd. 44, p, 222. — Buthz, G., Selbstmord mit dem Strom einer Lichtleitung. Z. f. d. ges. ger. Med., Bd. 14, 1929. — Cassuto, Explosion dans la vessie au cours d'une électro-coagulation. Journ. D'urol. Bd. 22, Nr. 4, p. 263, 1926 (Ref. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1927, Bd. 10, p. 577). — Cavaillé, Bull. de l'inspection du travail, Jg. 31, Nr. 1—4, p. 167, 1923. — Clowes, Death from Electricity. The Lancet 3. XII. 1892. — Collins, Electrical injury, Shoc from a telephone wire. The Lancet 1892. — Cumingham, The cause of death from industrial electric current. New York medic. Journ. 1899, 21—28, X. — Dana, Electrical injuries. New York med. Record, 1899. — Discussion, On the pathological changes produced in subjects rendered unconscions by electric shock. Proced. of the Royal Soc. of Med. Bd. 15, 1922, Lit. of Electro-Therapeutes, p. 45. — Mc. Donald, The infliction of the death penalty by means of Electricity. New York medic. Journ. 1892, 14. V. — Donlin, Electricity in its legal and medico legal relations. The medico legal Journ. 1900, March. — Dudko, Schußverletzung durch elektr. Strom. Nov. Chir. 11. 8. 231 (1930) (russisch) (Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1932, Bd. 18, Ref. p. 172). — Duhem, P., Accidents et dangers de l'électricité, Paris 1928. — Dürck, H., Zur Kasuistik des Blitzschlages nebst Bemerkung über den Tod durch Elektrizität. M. M. W. 1895, p. 716. Edenhofer, H., Über Elektrizitätstodesfälle. M. M. W. 1929, p. 1457. — Egge, P., Über Starkstromverletzungen. Diss. Rostock, 1932. — Elektrizitätswerke d. Kantons Zürich. Beitr. z. Kenntnis der Vorgänge beim Stromdurchgang durch den menschl. Körper. Bull. d. G. E. W. 1929. — Embden, Klinische Demonstration. Zbl., Neur. 68, 83, 1933. — Fatal accidents, From electric shok in recent years in the United States and Canada, in England and Wales, and in Switzerland. Journ. of industr. hyg. 1926, p. 111. — Flatau, G., Über Gesundheitsstörungen nach Einwirkung von Starkstrom. Allg. Med., Z. 1371, 1902, p. 407. — Fürth, Starkstromunfälle im Felde. M. M. W. 1917, p. 926. — Geelvink,

P. H., Zur Wirkung elektr. Ströme auf den menschl. Organismus. Diss. Berlin 1896. — Gerlach, die spektrographische Untersuchung von Metallisationen an Geweben u. Kleiderstoffen bei elektrischen Unfällen. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 22 (0), p. 433, 1933. — Grün, R., Zur Kenntnis organischer Folgeerscheinungen nach Einwirkung von Elektrizität. D. M. W. 1932, Nr. 38. — Harrison, B. J., Electrical accidents. The med. journ. of Australia 1927, Bd. 2, p. 439. — Hoehl, Zur Kasuistik d. elektr. Traumas. M. M. W. 1906, p. 1276. — V. d. Hütten, Zur Klinik elektr. Unfälle. Arch. f. Orth. Bd. 19, 1921, p. 171. — Jaeger, Statistische Gesetzmäßigkeiten des elektr. Unfalles. Zbl. f. Gewerbehyg. 1921, p. 153. — Jaeger, Über Starkstromverletzung. Schweiz. Med. W. 1921, p. 1250. — Jaeger, Zur Kasuistik der Selbstmorde durch elektr. Strom. D. Z. f. Chir. 1920, Bd. 159, p. 33. — Jellinek, Elektropathologie, Stuttgart 1903. — Jellinek, Studien über die Wirkung elektrischer Starkströme auf die einzelnen Organsysteme im Tierkörper. Pflügers Arch. Bd. 124, 1908, p. 271. — Jellinek, Elektropatholog. Streiflichter. Elektr. Zeitschr. 1917, H. 26. — Jellinek, Der Mechanismus des Todes durch Elektr. Starkstrom u. die Rettungsfrage. Vierteljschr. f. ger. Med. Bd. 56, p. 221, 1918. — Jellinek, Elektrisches Trauma und Gravidität. Beitr. z. ger. Med. Bd. 6, 1924. — Jellinek, Der elektrische Unfall. Wien. 1925. — Jellinek, Changes in electrically injured bones. Congress of radiologic. London 1925. — Jellinek, Die Formation der elektr. Strommarke. Arch. f. Dermat. 148, H. 2, p. 433, 1925. — Jellinek, Über elektropathologische Semiotik u. Kausalität. D. Z, f. d. ges. ger. Med. Bd. 12, H. 1—3, 1928. — Jellinek, Über seltsame Ursachen elektr. Unfälle. Beitr. z. ger. Med. Bd. IX, p. 110, 1929. — Jellinek, Röntgenologische Knochenaufnahmen bei Behandlug elektr. Unfälle. M. M. W. 1929, Nr. 17. — Jellinek, Die elektr. Verletzungen, Leipzig 1932. — Jellinek, Klinik u. Histopathologie der elektrischen Verletzungen. D. M. W. 1932. II, 1677. — Jellinek, Trauma u. Tod durch Elektrizität. Beitr. ger. Med. XIII, 1935, 13—21. — Jessen, F., Zur Kenntnis der Starkstromverletzungen. M. M. W. 1902, p. 182. — Jex-Blake, Death by electric currents and by Lightning. Brit. med. journ. 1913, Bd. 1. — Kalt, A., Ein Beitr. z. Kasuistik d. Unfälle durch Elektrizität. Corr.-Bl. f. Schweiz. Ärzte, 1902, ST. 691. — Katz, Über einen durch Stromausschaltung tödl. gewordenen elektr. Unfall. Beitr. z. ger. Med. Jg. 1919, Bd. III. — Kaufmann, C., Unfallmedizin, Stuttgart, 1915. — Kawamura, Klinische und exper. Elektropathologie. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 12. 1921, p. 168. — Koeppen, S., Elektrizitätsschäden im Tierexperiment mit bes. Berücksichtigung des elektr. Todes. Virch. Arch.

290, H. 2 u. 3. 1933. — Lahusen, Lähmung durch Blitzschlag. B. Kl. W. 1897, p. 192. — Leyden, Verl. durch Blitz. Verhdlg. d. Ver. f. inn. Med. in Berlin. Sitzg. v. 13. X. 1902, p. 166 u. 180. — Lewandowsky, M., Über den Tod durch Sinusströme. D. M. W. 1917, p. 1169. — Loewenthal, Med. Klin. Jg. 22, Nr. 43, ref. Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1927, Bd. 9, p. 774. — Manz, H., Unfallwirkungen elektr. Schwach- und Starkströme. Med. Corr. f. Ärzte. Bd. 92, 1922, p. 87. — Meixner, Zur Frage des Todes durch elektr. Strom, W. Kl. W. 1922, p. 319. — Müller-Heß u. Herz, Der Tod durch Elektrizität. Jahreskurs. f. ärztl. Fortbildung. Jg. 16. 1925, H. 9, p. 8 — Natorp. Beitr. z. Frage d. Unfälle durch elektr. Strom. Arch. f. Orth. 1925, Bd. 23, p. 306. — Neureiter, F., Zur Bekämpfung der Gefährdung durch den elektr. Strom. D. Z. f. d. ges. ger. Med. 3. Bd. 1924, p. 539. — Oberst, Über Verletzungen durch den elektrischen Strom. M. M. W. 1909, p. 1320. — Pasteur, M., Les dangers de l'électricité à la maison, à l'atelier, dans le laborataire, dans la rue. Arch. d. Méd. et de Pharm. mil. 1925, p. 70. — Pfahl, Erfahrungen über Verletzungen durch Blitz und Elektrizität. D. M. W. 1908, p. 1267. — Picker, Ein elektr. Unfall u. dessen urolog. Folgen. Z. f. urolog. Chir. Bd. 21, H. 1/2, p. 99, 1926. — Pietrusky, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung mittel- und hochgespannter elektr. Ströme auf den lebenden Körper. Z. f. d. ges. ger. Med. 1925. Bd. 6, p. 535. — Pietrusky, Der elektr. Unfall in landwirtschaftl. Betrieben. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 16. H. 5, 1931 — Pietrusky und Schrader, Der elektr. Unfall im Bergbau. Z. f. d. ges. ger. Med. 19, H. 4, 1932. — Prévost et Batelli, La mort par les courants électriques, courant alternatif à bas voltage et à haute tension. Journ. de Physiologie et de Pathol. général 1899, Nr. 3. — Prévost et Batelli, Influence du nombre des périodes sur les effects mortels des courants alternatifs. Journ. de Physiologie et de Pathol. général 1900, Nr. 5. — Rodenwaldt, Über Verletzungen durch elektr. Starkströme v. gerichts-ärztl. Standpunkte. Vierteljschr. f. ger. Med. Jg. 1909, p. 35. — Schilf, Schädigungen des Organismus durch Starkstrom. Handbuch der ger. Med. Anwendung der Elektrizität, Erg.-Bd. I/II, Leipzig 1927. — Schmidtmann, Handbuch f. ger. Med. 2. Bd., 9. Tod durch Elektrizität und Blitzschlag. — Schneider, P. H., Über das innere Geschehen beim Sterben durch elektr. Strom. Wien. M. W. 1929, p. 53. — Schrader, Die Gefährdung durch elektr. Strom. Med. Klin. 1935. I., p. 574—576. — Schrader, Die Mitwirkung des praktischen Arztes an d. Aufklärug elektr. Unfälle. Med. Welt 1935, 818—821. — Schridde, Der elektr. Stromtod, Kl. W. Jg. 4. Nr. 45, p. 2143, 1925. — Schridde, Handb. d. ges. Unfallheilk., König-Magnus. Bd. 1.

— Schridde, Die Stromeintrittsstelle beim elektr. Stromtode. D. M. W. Jg. 52, Nr. 38, p. 1607, 1926. — Schuhmacher, E. D., Unfälle durch elektrische Starkströme. Wiesbaden 1908. — Sellner, Schädigungen durch Elektrizität, im Handb. d. Soz. Hyg. v. Gottstein, Berlin, 1926. — Stadtmann, D., Ein Beitr. z. Kasuistik d. elektr. Schädelverletzungen. Diss. Zürich 1923. — Straßmann, 4 Todesfälle durch elektr. Strom. Ärztl. Sachverständ.-Z. 1925, Jg. 31, p. 15. — Straßmann, Beobachtungen bei elektr. Todesfällen mit bes. Berücksichtigung d. Haut- und Haarveränderungen. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Bd. 9, p. 704, 1927. — Straßmann und Schmidt, Fäulniswirkungen und Einwirkungen d. elektr. Stromes auf die Haut. D. Z. f. d. ges. ger. Med. Jg. 1928. Bd. 11 (0), p. 209. — Trembur, Über die Wirkung d. elektr. Hochspannungsstromes v. gerichtsärztl. Standpunkt. Vierteljschr. f. ger. Med. Bd. 36, p. 369, 1908. — Urquhart, J., Experimental electric shoks. Journ. of industr. hyg. 1927, Bd. 9, p. 140. — Wendriner, Über Unfälle durch den elektr. Starkstrom. Inaug.-Diss. Berlin 1905. — Wildegans, Verletzung durch elektr. Starkstrom mit tödl. Ausgang. Kl. W. 1923, p. 588. — Zimmern, Un nouveau accident de l'électricité domestique. Bull. de l'Acad. de Méd. Paris 1925. Jg. 1, 89.